

LOS RECURSOS FORESTALES EN CHILE 2022



INVENTARIO FORESTAL NACIONAL
DE BOSQUES NATIVOS Y ACTUALIZACIÓN
DE PLANTACIONES FORESTALES

www.infor.cl





Las fotografías e imágenes incorporadas en tapas o texto de la presente publicación
proviene de archivo institucional o fueron obtenidas o elaboradas durante el desarrollo de
las actividades del trabajo que origina esta publicación.

INFORME TÉCNICO N° 258

LOS RECURSOS FORESTALES EN CHILE 2022

INVENTARIO FORESTAL NACIONAL
DE BOSQUES NATIVOS Y ACTUALIZACIÓN
DE PLANTACIONES FORESTALES

Autores

Rodrigo Sagardía Parga¹
Carlos Bahamondez Villarroel
Alberto Ávila Campos
René Reyes Gallardo
Gerardo Vergara Asenjo

Colaboradores

Luis Barrales
Marco Barrientos
Carlos Büchner
Rodrigo Guiñez
Felipe Guzmán
Marjorie Martin
Juan Carlos Muñoz
Oscar Peña
Yasna Rojas
Joceline Rose
Rafael Sanhueza
Mario Uribe

INSTITUTO FORESTAL
2022

¹ Instituto Forestal, Chile. rsagardia@infor.cl



Instituto Forestal
Sucre 2397 Ñuñoa – Santiago
Chile
F. 56 2 223667115
www.infor.cl

ISSN N° 2735-7716
Registro de Propiedad Intelectual 2023-A-7716

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

Sagardía Parga, Rodrigo; Bahamondez Villarroel, Carlos; Ávila Campos, Alberto; Reyes Gallardo, René y Vergara Asenjo, Gerardo (2022). Los Recursos Forestales en Chile 2022. Inventario Forestal Nacional de Bosques Nativos y Actualización de Plantaciones Forestales. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 258. p. 193

ÍNDICE

CAPÍTULO 01: ASPECTOS METODOLÓGICOS 9

INTRODUCCIÓN 10

ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL 11

Aspectos teóricos relativos a los inventarios 11

Aplicación del concepto de inventario continuo 14

El Inventario Forestal Nacional 14

Muestra de individuos 14

Muestra de parcela 15

Muestras a nivel del conglomerado 17

Variables medidas en el Inventario Forestal Nacional 17

Variables del entorno 17

Variables de la parcela 18

Variables del suelo 21

Variables de regeneración 21

Variables asociadas a árboles individuales 22

Variables de mortalidad 23

Variables socioeconómicas y culturales 23

Procesamiento de los datos y generación de resultados 24

Procesamiento a nivel de árboles 24

Procesamiento a nivel de parcelas 26

Procesamiento a nivel de conglomerados 31

Procesamiento a nivel de la población 36

Procesamiento para la estimación de existencias en biomasa y carbono 38

Biomasa de árboles muertos en pie y residuos gruesos 41

Método de actualización del Programa de Inventario de Plantaciones Forestales - Pequeños y Medianos Propietarios (PYMP) 43

Elaboración de coberturas cartográficas digitales 44

Determinación de error e intervalos de confianza 44

Clasificación orientada a objetos como apoyo a labores de fotointerpretación 46

REFERENCIAS 52

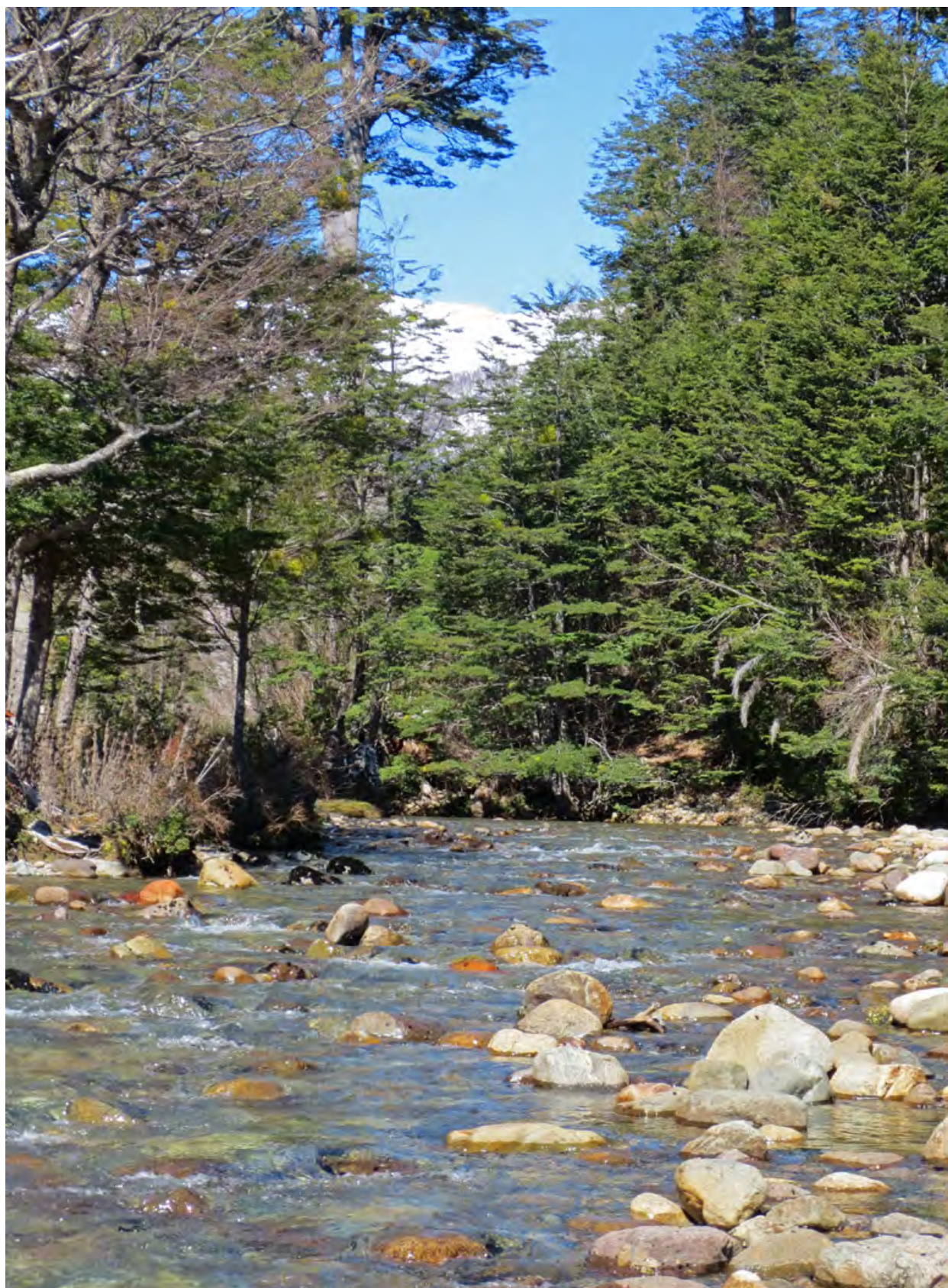
CAPÍTULO 02: ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES 53

LOS RECURSOS FORESTALES DE PLANTACIONES EN CHILE 54

Programa de Actualización de Plantaciones Forestales 54

Inventario Dasométrico-Ambiental de las Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad Forestal (PYMP)	56
RESULTADOS	59
El Recurso Plantaciones Forestales en el País	59
El Recurso Plantaciones Forestales por Regiones	62
- Región de Coquimbo	62
- Región de Valparaíso	64
- Región Metropolitana	67
- Región de O'Higgins	68
- Región del Maule	71
- Región de Ñuble	73
- Región del Biobío	75
- Región de La Araucanía	78
- Región de Los Ríos	80
- Región de Los Lagos	82
- Región de Aysén	84
 CAPÍTULO 03: INVENTARIO DE BOSQUE NATIVO	87
INTRODUCCIÓN	88
RESUMEN	88
EXISTENCIAS TOTALES POR REGIÓN	92
Macrorregión Norte	92
Región de Coquimbo	92
Región de Valparaíso	93
Región Metropolitana	93
Región de O'Higgins	94
Región del Maule	94
Región del Biobío	98
Región de La Araucanía	102
Región de Los Ríos	106
Región de Los Lagos	109
Región de Aysén	114
Región de Magallanes	119
 CAPÍTULO 04: EXISTENCIAS DE CARBONO	125
INTRODUCCIÓN	126
EXISTENCIAS DE tCO₂-eq A NIVEL REGIONAL	126
EXISTENCIAS DE tCO₂-eq A NIVEL PROVINCIAL	127
Existencias Provinciales Región del Maule	127
Existencias Provinciales Región del Biobío	128

Existencias Provinciales Región de La Araucanía	128
Existencias Provinciales Región de Los Ríos	128
Existencias Provinciales Región de Los Lagos	128
Existencias Provinciales Región de Aysén	129
Existencias Provinciales Región de Magallanes	129
CAPÍTULO 05: ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	131
Resultados del componente socioeconómico del Inventario Forestal Nacional (IFN), regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén. Comparación 2015-2022	132
Introducción	132
Modelo teórico	133
Método	137
Resultados	139
Cambios observados en los tomadores de decisión	139
Cambios observados en las explotaciones	141
Promotores de la pérdida y degradación del bosque nativo	148
Discusión	150
Conclusiones	152
Referencias	154
CAPÍTULO 06: BIODIVERSIDAD	157
INTRODUCCIÓN	158
ANTECEDENTES TÉCNICO-METODOLÓGICOS	158
Levantamiento de Datos de Biodiversidad	162
Metodologías para el Muestreo de Biodiversidad	163
- Vegetación, Flora y Suelo	165
- Fauna de Vertebrados	168
- Artrópodos	171
Conservación de los Materiales Colectados	173
Determinación Taxonómica de los Materiales Colectados	175
Base de Datos	175
Estimación de la Riqueza y Abundancia de la Fauna de Artrópodos Terrestres	175
RESULTADOS	176
Abundancia y Riqueza de Artrópodos Terrestres	179
Principales Hallazgos y Nuevas Especies	181
REFERENCIAS	183



CAPÍTULO
01

**ASPECTOS
METODOLÓGICOS**





INTRODUCCIÓN

El presente documento resume los aspectos técnicos del procesamiento de los datos de terreno levantados en el desarrollo del Inventario Forestal Nacional de Chile. Este inventario se enmarca en el Programa de Monitoreo de Ecosistemas Forestales del Instituto Forestal (INFOR) y constituye la herramienta estadística que provee de datos e información respecto del estado y condición del recurso comprendido en los ecosistemas forestales.

El inventario constituye una iniciativa única en su género del Ministerio de Agricultura, a través del diseño, implementación y operación del Instituto Forestal, y comprende un diseño estadístico orientado a cubrir las necesidades de datos e información asociadas a los diversos procesos internacionales que monitorean las acciones de los países hacia un desarrollo sustentable. Además, se basa en una conceptualización jerárquica de los ecosistemas y su diseño corresponde a un enfoque multifuente, multinivel y multirecursos, cubriendo así un amplio espectro de interrogantes respecto de los ecosistemas.

Se entregan en este documento datos resúmenes que buscan describir el estado y condición de los recursos comprendidos en los ecosistemas forestales. Estos datos constituyen una parte muy básica de la información contenida en base de datos, la cual es por su parte una fuente de información de enorme potencial de análisis.

ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL

■ Aspectos Teóricos Relativos a los Inventarios

La necesidad de incorporar a los procesos productivos los recursos naturales renovables en diversos países proviene de la búsqueda de fuentes de bienes y servicios en beneficio de la sociedad toda. Normalmente, los recursos forestales en diversas regiones del mundo alcanzan grandes extensiones de terreno, involucrando gran cantidad de superficies, particularidad que las hace difíciles de medir dado los niveles de costo involucrados. En este sentido, muchas disciplinas, entre ellas la forestal, han recurrido a la teoría de muestreo, la cual sustenta un conjunto de esquemas destinados a estimar parámetros de la población completa sobre la base de visitar una porción de la población (Loetsch y Haller, 1964).

Uno de los primeros pasos ante cualquier caracterización de algún fenómeno de interés, corresponde a la definición de la población, la cual para ser reconocida como tal debe contener individuos de la misma clase y sus diferencias entre ellos ser manifiestas por la variación de alguna variable en particular (por ejemplo, volumen). Una población puede comprender como individuos a los árboles o puede ser definida como una cierta área de terreno con un valor de atributo asociado (por ejemplo, volumen/ha).

Los esquemas de muestreo que proveen la forma en la cual la muestra va a ser recolectada desde la población se dividen en 4 esquemas básicos:

1. Distribución de la muestra en forma completamente aleatoria sobre los límites definidos de la población.
2. Distribución de la muestra en subpoblaciones definidas para la población objetivo (muestra estratificada).
3. Distribución de la muestra en conglomerados.
4. Distribución de la muestra en forma sistemática.

En general estos esquemas de selección de muestra se asumen dependiendo de las características asociadas a la población y de los objetivos del inventario. Así, para aquellos casos como los inventarios de carácter operativo, los cuales involucran rodales que deben ser cuantificados, recurren generalmente a esquemas de selección de

la muestra por métodos de aleatorización o aleatorios restringidos a estratos de la población, esta decisión se hace en forma informada respecto a las características propias del sector que contiene los recursos, como son topografía (pendientes, altitud) y accesos las cuales determinan o eliminan a priori ciertos esquemas muestrales, favoreciendo otros.

Los aspectos anteriores definen un elemento clave dentro del diseño muestral que tiene relación con el uso de información auxiliar en apoyo al proceso de definición de la muestra y del muestreo.

Si bien los esquemas de muestreo 1 y 2 son los más recomendables desde el punto de vista de darle probabilidad de aparecer a todas las unidades por igual, estos esquemas no se prestan adecuadamente a la hora de plantear inventarios que pretenden caracterizar grandes áreas, dado que el aspecto de localización aleatoria puede jugar en contra de los aspectos de costo y eficiencia de los recursos. En este sentido, en grandes áreas de millones de hectáreas se recurre a esquemas que permiten concretamente aprovechar el diseño geométrico de localización de muestras, en forma tal que se puedan prever los costos asociados en la mejor forma posible, así la distribución de la muestra en la población en forma sistemática suele ser el enfoque más apropiado para asegurar la eficiencia del presupuesto asignado.

El sentido de uso eficiente del presupuesto se relaciona tanto con los aspectos de mejorar la planificación en terreno como con los aspectos de aporte de nueva información al inventario. En este contexto, se suelen desarrollar estudios de autocorrelación o autocovarianza entre unidades muestrales de forma de definir los distanciamientos más apropiados entre unidades muestrales para evitar el medir en una unidad muestral valores redundantes ya informados por otra unidad cercana. Este efecto es más riesgoso en esquemas muestrales completamente aleatorios ya que permiten que una unidad muestral este muy cerca de la otra, lo cual supone aumentar la probabilidad de redundar en información.

Los estudios de autocovarianza o autocorrelación son relativamente nuevos en el contexto de los inventarios forestales. Matern (1960) fue el primer investigador forestal que aplicó análisis de estadística espacial para la definición de esquemas muestrales, tomando en consideración en especial aquellos tópicos relativos a la forma óptima de la unidad muestral en particular, esto es, ¿debe ser la unidad muestral que define la población cuadrada, rectangular, circular, hexagonal u otra? Interrogantes como estas, asociadas al tema de cuáles son las distancias óptimas de localización de una muestra en terreno bajo un esquema de distribución sistemática, son resueltas por medio de los análisis de autocovarianza para una determinada variable de estado de rodal (generalmente volumen/ha). Bahamóndez y Martín (com. pers.²) determinaron para bosques de renovales de *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus alpina*, que la distancia óptima para evitar autocorrelación en las estimaciones de inventario corresponde a 5 km en el sentido Este-Oeste y 7 km en el sentido Norte-Sur. A este objeto, utilizaron apoyo de material satelital y parcelas de terreno inventariadas por INFOR-JICA en 1992 y apoyo de nuevas parcelas levantadas en 1994-95. El extrapolar estas distancias a otros tipos forestales, cuya variabilidad es mucho más alta que los renovales, permite asegurar que una malla sistemática de estas características en otros tipos forestales es segura y eficiente.

Otro de los aspectos críticos en los diseños de los inventarios se relaciona con la definición de la unidad muestral, unidades fijas o variables, de cierta forma y tamaño, combinadas o simples, suelen ser algunas de las variadas opciones disponibles. El diseño de la unidad muestral depende principalmente del objetivo del inventario, así cuando la meta es cuantitativa propiamente tal (típico muestreo con objetivos meramente madereros) una muestra de radio variable resulta apropiada ya sea combinada o simple, ya que esta alternativa pondera más los individuos de acuerdo a su tamaño (probabilidad proporcional al tamaño). Sin embargo, las necesidades de inventario de

2 Investigadores Inventario y Monitoreo de Ecosistemas Forestales, Línea Inventario Forestal Continuo. Instituto Forestal.

hoy en día difieren del esquema clásico de contestar solo preguntas de existencias madereras y en este sentido las parcelas o unidades muestrales de área fija son más relevantes porque le dan oportunidad de aparecer en el muestreo a todos los individuos independiente de su tamaño (Scheuder y Geissler, 1999). Muestras de área fija son lamentablemente difíciles de levantar en terreno y los rendimientos dependen marcadamente del tipo de bosque que se muestrea y sus características de tránsito y acceso, además la forma de la parcela tiene influencia en el planteamiento en terreno y sus posibilidades de incluir errores en las mediciones. A este respecto se ha demostrado que la mejor forma teórica para una parcela muestral es la forma circular de un cierto radio (Matern, 1960). En bosques nativos como los de Chile, este tipo de parcelas no ha sido ampliamente utilizado debido a los aspectos topográficos, la dificultad de tránsito en su instalación, medición y corrección, en especial en pendientes fuertes, ya que un círculo en pendiente se comporta con radios variables generando una forma elipsoidal más que circular. Sin embargo, este problema ha sido solucionado por la vía de generar círculos cuya área es equivalente a aquella de la elipse que la pendiente produciría.

En Chile ha sido tradicional el uso de parcelas de muestreo en formas cuadradas y rectangulares, acumulando una superficie de 1000 m², en una unidad simple o en conglomerados de unidades rectangulares de 20 x 50 m.

El país ha experimentado intentos de aplicación de inventarios permanentes de sus bosques desde la década del 1980, aunque 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 Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el *"Forest Resources of Chile, as a Base for Industrial Expansion"*, también conocido como la Misión Haig (Haig et al., 1946). Este inventario fue el primero en su clase en Chile y Latinoamérica, y fue el primero en utilizar material fotográfico aéreo en este tipo de actividad. Sus resultados arrojaron cifras de 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 permitiendo bajo esquema de inventario continuo monitorear el recurso y sus tendencias. Como resultado de esto, el recurso fue degradado y sobreexplotado sin que necesariamente la comunidad nacional, se diera cuenta de ello, produciendo daños en la calidad y estructura de productos que se ven hoy en día en los bosques del país. Cox (1980) propone un esquema de inventario continuo para los bosques nativos chilenos en un sistema de dos fases sobre 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 metros entre sus extremos. Esta iniciativa fue financiada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, en su etapa de propuesta, y nunca fue implementada. En 1991-92 el Instituto Forestal propone un inventario en bosque nativo orientado a proveer información para el manejo forestal a fondos concursables FONDEF de CONYCI, sin lograr financiamiento. En 1995-96 el Instituto Forestal, con apoyo del Instituto de Investigaciones Forestales de Finlandia (*Metsätutkimuslaitos*, METLA) y el Servicio Forestal de *British Columbia*, Canadá, proponen ante CORFO a fondos concursables FONSIP, el proyecto "Inventario Forestal Permanente e Indicadores de Sustentabilidad", sin lograr financiamiento, y el diseño propuesto es la base del actual diseño muestral definido por el proyecto "Caracterización productiva de los recursos forestales nativos de las regiones IX y X".

Por último, en 1996 la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), ejecutan en el marco del proyecto Catastro un inventario extensivo, el cual tuvo como objetivo el estimar las existencias a nivel de país de los recursos forestales nativos y ser base para el establecimiento del inventario forestal continuo en Chile. Este inventario fue ejecutado por personal de la Universidad Austral de Chile, y sus resultados no han sido editados al público, su diseño es similar al propuesto por Cox (1980), con variaciones en aspectos de forma y número de unidades de parcelas del conglomerado.

Hoy el Inventario Forestal Nacional de Chile comprende el concepto de inventario continuo bajo un diseño

estadístico bi-etápico en conglomerados de tres parcelas circulares concéntricas de área equivalentes de 500 m² cada una, distribuidos en malla sistemática de 5 x 7 km, se asume una población infinita en las dos etapas y el carácter del inventario es de multifuente, multirecursos y multinivel.

■ Aplicación del Concepto de Inventario Continuo

El concepto de inventario continuo involucra no solo las variables de estado del bosque como volumen, área basal, densidad y otras, sino que también incluye el factor tiempo, esto supone determinar cambios en los bosques que afectan la calidad y distribución de productos del bosque y determinar el período de tiempo en el que interesa reflejar la nueva información respecto del bosque. Así, cuando se está interesado en las tendencias del cambio de los recursos boscosos en el tiempo, el diseño de muestreo debe ser capaz de adaptarse a estas de forma eficiente y sólida. A objeto de lograr estas mediciones repetidas, lo usual es utilizar parcelas de muestreo permanentes, las que, aseguran que la estimación del cambio sea comparable en forma directa. Esta característica a su vez permite el uso de regresiones entre datos de sucesivas mediciones y se aplica el concepto de muestreo en ocasiones sucesivas.

En concreto, el Inventario Forestal Nacional se basa en:

- Generación de primer ciclo de mediciones (línea base) de puntos geográficamente permanentes de muestreo la que alcanza hoy a cubrir 9,38 millones de hectáreas de bosques nativos comprendidos entre las regiones de Coquimbo a Magallanes completados en periodo 2001- 2010.
- Inicio del segundo ciclo de mediciones de base anual al año 2011 bajo el sistema de reemplazo parcial con apoyo de proyección de crecimiento. El ciclo de mediciones y proyección se hace agrupando áreas de aproximadamente 3,36 millones de hectáreas por año en ciclos de 4 años.

El tratamiento estadístico de estas muestras corresponde a la combinación de muestreo con reemplazo parcial y proyección de crecimiento basado en matrices de transición por tipo forestal en combinación con filtro de Kalman, para detalles metodológicos (ver punto Métodos de Actualización del Inventario Forestal Nacional).

■ El Inventario Forestal Nacional

El diseño asociado al levantamiento de datos de monitoreo biofísico efectuado en terreno se detalla a continuación.

Muestra de Individuos

Los árboles, de acuerdo con su tamaño, tienen una probabilidad de ser seleccionados. De esta forma los árboles que tienen un tamaño mayor o igual a 25 centímetros de diámetro a la altura del pecho (DAP a una altura de 1,3 m) se

miden en las parcelas de 500 m², los árboles de DAP mayor o igual a 8 cm se miden dentro de las parcelas de 122 m², y 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 1.

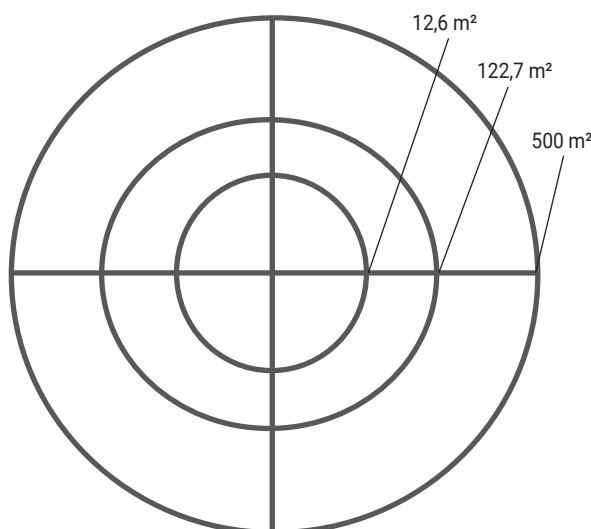


Figura 1
PARCELA CIRCULAR CONCÉNTRICA DE ÁREA EQUIVALENTE

A todos los árboles 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. Cada árbol es observado en busca de la presencia de nidos o madrigueras. Se describe su vigor de acuerdo con la apariencia de su copa.

De todos los árboles contenidos en las respectivas parcelas se selecciona una submuestra de donde se obtienen mediciones más detalladas 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.

A algunos árboles 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 verde en la Figura 2.

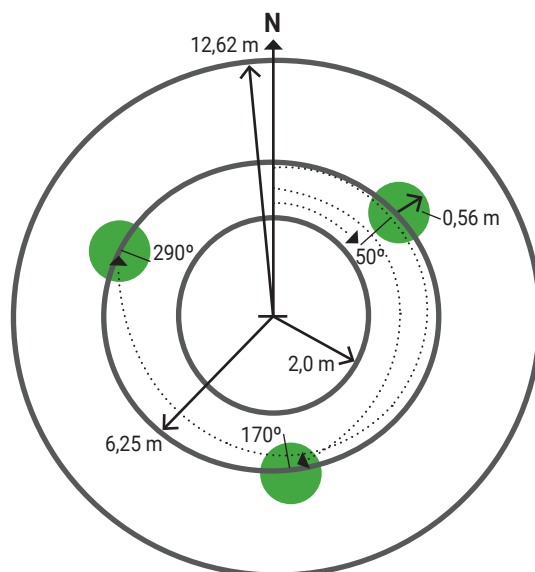


Figura 2
MUESTRAS DE REGENERACIÓN Y VEGETACIÓN

En cada parcela se establece un muestreo en transectos para cuantificar los residuos leñosos gruesos (T1) y los residuos leñosos finos (T2) como se presentan en la siguiente figura en color rojo.

Los residuos gruesos se miden en todo el trayecto entre unidades circulares concéntricas como se destaca en Figura 3.

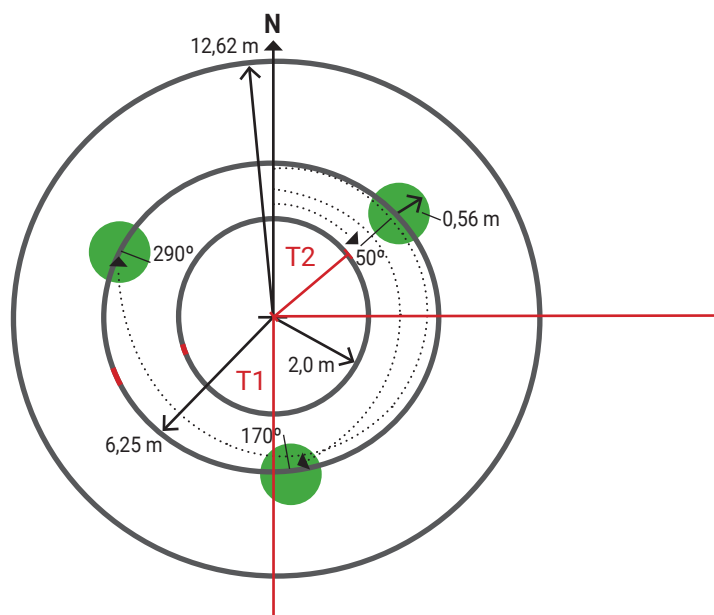


Figura 3
TRANSECTOS DE RESIDUOS LEÑOSOS Y MORTALIDAD

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 y también 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 a 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. Signos de pastoreo, presencia de agua, presencia de erosión y características del drenaje. Presencia de flora en peligro de extinción y presencia de fauna. Si existen obras civiles también se detalla su descripción.

Muestras a Nivel de Conglomerado

A nivel de conglomerado se hace la muestra de suelo, que se toma en la parcela N°1 del conglomerado. Las variables de suelo consideradas incluyen color, pH, profundidad de suelo (si es menor que un mínimo), profundidad de humus y hojarasca, textura, estructura, pedregosidad y condición de humedad, presencia de moteados, presencia de lombrices y raíces y también de micorizas.

Todas estas observaciones se detallan a nivel de observaciones de campo.

Para cada conglomerado se realizan descripciones generales reflejando lo observado en cada una de las 3 parcelas establecidas y también lo observado en el trayecto a las parcelas, estas se relacionan con el grado de intervención antrópica, la presencia de obras civiles, la degradación y el estado evolutivo.

También se observa la presencia de agua en los alrededores y también fauna o flora en peligro de extinción que esté fuera de las parcelas.

■ Variables Medidas en el Inventario Forestal Nacional

El inventario nacional incluye la medición de las variables que se describen a continuación.

Variables del Entorno

Las variables del entorno corresponden a variables que caracterizan el entorno general del conglomerado (Cuadro 1).

Cuadro 1
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DEL ENTORNO

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Degradación	Se considerará un esquema de descripción de degradación desde el punto de vista productivo.
Estado evolutivo	Se describirá el estado evolutivo dominante del rodal incluido en la muestra.
Grado de intervención antrópica	Se describirán los efectos visibles de la intervención del hombre sobre el recurso, cualquiera que esta sea: Manejo, Pastoreo, Incendios, Producción de carbón o leña, otras.
Obras civiles	Se describirán la presencia y clase de obras civiles incluidas en y en las inmediaciones al punto de muestra.
Visibilidad	Se clasificará la visibilidad desde el punto de vista de la belleza escénica.
Agua	Se describirá la presencia de cuerpos de agua en la parcela, su origen y clase si es posible.
Flora	La observación de la flora en el entorno estará enfocada a la presencia de especies vulnerables, raras o en peligro según listado de los procesos de clasificación del Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE), impulsado por el Ministerio de Medio Ambiente.
Fauna	Se describirá por medio de presencia/ausencia la fauna existente en el punto de muestra y si es posible una identificación. Observación indirecta como presencia de fecas, rastros, o sonidos serán utilizados también como fuente de apoyo al registro.

Variables de Parcela

Las variables observadas en este nivel se miden al interior del área definida como parcela.

Cuadro 2
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE LA PARCELA

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Identificación de la unidad	Identificar el número de la parcela, el número del conglomerado al que pertenece y la brigada a cargo de los datos.
Accesibilidad	Definir la ruta de llegada al punto mediante parámetros de Distancia, Tiempo, Altitud.
Pendiente	El cálculo de la pendiente permite establecer con precisión la parcela. Para ello se debe identificar en el terreno y sobre el punto centro de la parcela la dirección en que la pendiente es más fuerte (dirección de la pendiente predominante). La estimación de la pendiente es en porcentaje.
Coordenadas	Corresponde a las coordenadas de ubicación con proyección UTM, utilizando el sistema geodésico de coordenadas WGS84.
Manejo	Tipo Raleo a Desecho

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

Manejo	Raleo Comercial Tala Rasa Árbol Semillero Preparación de Suelo Corta en Faja Árbol Futuro Control de Malezas Fertilización Intensidad del Manejo Sin Manejo Ligero Moderado Fuerte Tipo de Monte Monte Alto Monte Bajo Monte Medio
Establecimiento	Determina el origen del bosque en su mecanismo de establecimiento.
Estado de desarrollo	Brinzal Monte Bravo Bajo Monte Bravo Alto Latizal Fustal
Exposición	Descripción de la ladera de exposición de la parcela.
Forma de la pendiente	Cóncava, plana o convexa.
Relieve	
Tipos de caminos de acceso	Temporal, ripiado, asfalto, carretera.
Erosión	Tipo de Erosión No evidente Laminar De Deslizamiento Cárcavas en "V". De Zanjas Grado de Erosión Ligera Moderada Severa Extrema
Tipo de ganado	Descripción del tipo de ganado que suele pastorear en el área de la parcela.
Intensidad del pastoreo	No evidente, Ligera, Moderada, Severa.

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

Flora	La flora en la parcela se evalúa a nivel del sotobosque, a nivel de la cobertura del suelo y a nivel de la presencia de especies raras, vulnerables o en peligro de extinción.
Tipo de sotobosque	El sotobosque se considera a todos aquellos arbustos o matorrales por debajo del dosel arbóreo. El cual puede ser leñoso o no leñoso.
Densidad del sotobosque	Estimar porcentaje del suelo de la parcela cubierto por sotobosque.
Flora del suelo	Observar si el piso de la parcela presenta hierbas, pasto, helechos o enredaderas o si está desnudo.
Densidad de flora del suelo	Porcentaje del piso de la parcela cubierto por la flora del suelo.
Agua	Caudal Estero Canal de Regadío Riachuelo Río Vertiente Embalse Tranque Laguna y lagos Frecuencia Permanente Temporal
Fauna	Tipo y Frecuencia. Registro del tipo de fauna, su especie y cantidad.
Obras civiles	Si existen obras civiles al interior de la parcela deberán ser identificadas y descritas.



Variables del Suelo

Cuadro 3
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DEL SUELO

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Profundidad del Suelo	Solo horizonte A mezcla de material orgánico y mineral.
Profundidad de Hojarasca	La parte de la hojarasca (litera o mantillo) del horizonte orgánico del material que ha caído recientemente y donde aún se pueden identificar los órganos (horizonte Aoo).
Profundidad del Humus	Este horizonte, del horizonte orgánico, es aquel de material totalmente descompuesto, donde toman lugar los procesos de humificación. Es de color café a café oscuro, constituido por sustancias amorfas más o menos resistentes, originada por la descomposición de los restos vegetales y animales (horizonte O).
pH o Reacción del Suelo	Mide la acidez o alcalinidad del suelo a través de la medición de la concentración del ion hidrógeno.
Grado de Cobertura de Copas	El grado o porcentaje de cobertura de Copas corresponde a la proporción del suelo cubierta por la copa de los árboles.
Color	Como aproximación a las características del suelo y su origen y madurez el color se clasificará por medio de la Tabla de Colores Munsell y que clasifica el color en base a 3 variables básicas Matiz, Brillo y Cromo.
Textura	Se clasificará la textura en las siguientes clases: Arenosa, Franca, Limosa y combinaciones de las mismas.
Estructura	Sin estructura Laminar Prismática En bloques Granular
Condición de Humedad	Tres condiciones básicas se aplicarán para esta variable, Seco, Húmedo y Saturado dependiendo de las condiciones iniciales de medición.
Fauna del Suelo	Determinar la presencia o ausencia de lombrices (principalmente) ya que ellos cumplen importantes funciones trasladando los residuos vegetales hacia el interior del suelo o incorporándolos a él. Se aplicará en forma de variables binaria como: Presencia / Ausencia y adicionalmente, conteo por unidad de área.

Variables de Regeneración

La regeneración, o las variables asociadas a la parcela de regeneración, permite estimar cuál será la composición y calidad de los bosques futuros.

La regeneración se mide por conteo dentro de la parcela de área 1 m². En ella se distinguen 4 estratos según altura:

Estrato 1:	0 – 0,5 m
Estrato 2:	0,51 – 1,0 m
Estrato 3:	>1,01 m y < 1,3 m
Estrato 4:	>1,3 m y DAP <4.0 cm

En cada estrato se debe identificar por especie, el número de plantas que están contenidas en la parcela.

Variables Asociadas a Árboles Individuales

Estas variables corresponden a las que se miden u observen sobre cada individuo seleccionado dentro de las parcelas para aquellos individuos con DAP mayor o igual a 8 cm.

Cuadro 4
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES ASOCIADAS A ÁRBOLES INDIVIDUALES

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Especie	Se deberá registrar la especie a la que pertenece el árbol.
DAP	Diámetro a la altura del pecho (a 1.3 m).
Diámetro al tocón.	Diámetro al nivel del tocón (0,3 a 0,5 m).
Diámetro a 1/3 de la altura total	Diámetro del fuste a 1/3 de la altura total orientado a cálculo del volumen si no tiene función de volumen.
Diámetro al inicio de Copa.	Medición del diámetro a la altura del inicio de la copa viva.
Diámetro de Copa.	Se refiere al diámetro de la copa en los ejes Norte – Sur y Este – Oeste.
Espesor corteza 1 y espesor corteza 2	Dos mediciones de espesor de corteza a la altura del DAP.
Altura comercial	Altura a un índice de utilización definido durante el proyecto.
Altura total	Medición de la altura total del árbol hasta el ápice de la copa.
Calidad	Clasificación de calidad del árbol desde el punto de vista de su estado general, sanidad y forma. (3 clases)
Forma	Recta, Bifurcada, Curvada, Torcida, Multifustal. Inclinado,
Árbol Nido	Variable binaria de presencia/ausencia de nidos asociados a fauna.
Posición en el dosel	Descripción en clases respecto a su posición en el estrato de altura.
Crecimiento	Tarugos de incremento para adelantar el crecimiento de los últimos 6 años en una submuestra de árboles.
Variables de copa	Clasificación respecto de la apariencia de la copa (Normal, Angosta, Ancha, Asimétrica, Simétrica, Incompleta) y su estado sanitario (Sana, Atacada, Dañada).
Estado Sanitario	Sano Enfermo Dañado
Agente Causante	Insecto Taladrador, Defoliador, Minador, Agallas, Fuego, Viento, Sequía, Heladas, Cancros, Ganado, Personas, Hongos, Anegamiento, Otros.
Zona y Tipo de Daño o Enfermedad	Ninguna, General, Fuste, Raíces, Follaje, Brotes, Quebraduras, Quemadura, Marchitez, Manchas, Muerte apical, Perforaciones, Resinosis, Clorosis, Lanosidad, Otros.
Intensidad	Describe el grado de daño o enfermedad presentado por el árbol o por la zona dañada del árbol. Estos son: No evidente, Ligero, Moderado, Severo, Muerte, Masivo.

Variables de Mortalidad

La medición de los árboles muertos en la parcela permite la estimación del volumen total producido en el sitio, la calidad y cantidad del mismo por unidad de superficie y el tipo de producto. Permite calcular el crecimiento al momento del monitoreo. Para esos efectos es importante evaluar, tanto en términos del volumen como del área basal y del número de árboles, el valor de la mortalidad en la parcela. Con ese objetivo sobre los árboles muertos se identifica, en la medida que sea posible:

Cuadro 5
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE MORTALIDAD

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Especie	Identifica la especie.
Causa	Identificación de la causa de muerte.
DAP	Medición de tamaño para estimación de volumen. Se mide a 1,3 metros de largo si el árbol está caído.
Diámetro al Tocón	Tamaño al diámetro del tocón o al diámetro superior visible.
Diámetro sección superior y altura	Diámetro a la altura o largo superior para propósitos de cubicación.
Diámetro de intersección	Medición del diámetro de intersección de árbol caído con línea de muestreo.
Largo	Medición de largo del árbol caído en metros.
Forma	Estimación de la forma original del individuo en lo posible.

Variables Socioeconómicas y Culturales

Las variables socioeconómicas y culturales se consideran a partir del segundo ciclo de medición (2015-2019).

Cuadro 6
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES SOCIOECONÓMICAS Y CULTURALES

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Área de relevancia religiosa	Comprende una descripción e identificación de un área bajo muestreo que presenta una importancia religiosa para comunidades locales u otras.
Tenencia de la tierra	Tipo de tenencia de la tierra.
Grupo familiar asociado al recurso	Identifica o relaciona el grupo beneficiario de los recursos comprendidos en la muestra.
Número de personas dependientes del bosque o recurso asociado al bosque	Cuantificación de las personas directamente relacionadas a algún producto del bosque o usufructo del espacio del mismo (hongos, bayas, ganado, etc.).

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

Área de importancia cultural y recreacional	Área que por sus características presenta relevancia en la cultura local. (ej. Áreas de reuniones, deportivas etc.).
Rango de ingreso del grupo familiar	Caracterización del ingreso económico del grupo familiar.
Actividad económica principal del grupo familiar	Identificación de la actividad principal del grupo familiar, indica grado de dependencia del bosque.
Presencia de plantaciones forestales cercanas	Define si existen en las cercanías plantaciones forestales.
Otras	Otras a definir según énfasis del estudio.

■ Procesamiento de los Datos y Generación de Resultados

Procesamiento a Nivel de Árboles

Una vez que los datos básicos del inventario se encuentran en base de datos debidamente validados y corregidos, se inicia el siguiente conjunto de cálculos por individuo.

- **Cálculo de Relación DAP-Altura**

Para aquella sub-muestra definida en la parcela de acuerdo al procedimiento descrito en el Manual de Operaciones en Terreno, se debe estimar la relación DAP-Altura total a objeto de completar con estimaciones de esta a aquellos individuos que no fueron medidos en terreno.

La relación se ajusta por mínimos cuadrados a algunos de los modelos siguientes o variaciones de los mismos:

$$H = a + bDAP + cDAP^2$$

$$H = a + b \frac{1}{DAP}$$

$$\ln H = a + b \frac{1}{DAP}$$

Donde:

H Altura total (m)

DAP Diámetro a la altura del pecho (cm)

a, b Coeficientes

- **Cálculo de Volumen Cúbico Individual Bruto**

Una vez determinadas las alturas estimadas para aquellos individuos no medidos en terreno, se procede a estimar el volumen cúbico por individuo en metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3_{ssc}) a partir de algunas de las funciones de

volumen descritas en la literatura, u otra tabla de volumen local disponible. Se utiliza en lo posible una función de volumen por especie.

No obstante lo anterior, se ha implementado un sistema de validación de funciones de forma de asegurar que las estimaciones sean adecuadas, según el procedimiento descrito por Martin (com. pers.). Este procedimiento consiste en utilizar las lecturas de diámetro a 1/3 de la altura total, el diámetro al inicio de copa y altura al inicio de la copa, para por la vía de la estimación de B-Splines calcular un volumen estimado según la integral numérica del B-Spline definida, este método ha permitido utilizar funciones de volumen de otras especies en aquellos individuos de aquellas especies que carecen de funciones o presentan funciones cuya población de origen no corresponde con la población definida por los datos medidos.

• Cálculo del Volumen Cúbico Individual Neto

El cálculo del volumen neto individual comprende a la simple asignación de volumen neto para aquel individuo que cumpla con los requisitos de calidad de forma, sanidad y daño especificados como tipo 1 en el Manual de Operaciones de Terreno y descritos como atributos en la base de datos.

• Cálculo del Volumen Cúbico Individual de Desechos

Para aquellos individuos muertos o porciones de individuos yacentes en el suelo o aún en pie, se evalúa el volumen de desecho de acuerdo con la aproximación de Smalian o estimación directa para muestreo en línea para los individuos sobre el suelo, y según estimación por función de volumen definida para la especie y conglomerado para aquellos individuos aún en pie.

• Cálculo del Crecimiento Anual Periódico Individual

El método de estimación para el incremento anual periódico individual (Husch *et al.*, 1982) utilizado, consiste en la regresión por mínimos cuadrados ordinarios por parcela de los incrementos reales, contra el diámetro a la altura del pecho de los individuos con sub-muestra de acuerdo al modelo general o variaciones de este:

$$incremento_{ij} = a_i + b_i DAP_{ij} + error_i$$

Donde:

a_j, b_j	Coeficientes de regresión para la parcela i .
DAP_{ij}	Diámetro a la altura del pecho c/c del árbol i de la submuestra en parcela j .
$incremento_{ij}$	Incremento medio en diámetro a la altura del pecho c/c para el árbol i de la parcela j .

Resultados para cada una de las j regresiones se aplican a cada individuo de la muestra que carece de medición de incremento.

Procesamiento a Nivel de Parcelas

Al completar las estimaciones de árboles individuales, se utilizan aquellas variables que tienen relevancia para la estimación de las existencias, a partir de las parcelas que componen el conglomerado.

• Estimación de Número de Árboles Totales por Hectárea

Para estimar el número de árboles total por hectárea 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:

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

Donde, el subíndice representa el radio de la parcela concéntrica, f el factor de expansión y n el número de individuos contabilizados en esa parcela concéntrica. Para el caso de árboles cubicables se consideran en esas clases y formulas con los factores $f_{2.0}$ y $f_{0.56}$ iguales a cero.

- Por Especie

Para el caso del cálculo del número de árboles totales por hectárea por especie, estimados a partir de las parcelas concéntricas, se aplica la misma fórmula desagregando n de la parcela concéntrica en las diversas especies como:

$$Narb / ha_{especie} = f_{12.62} * (n_{sp,12.62}) + f_{6.25} * (n_{sp,6.25}) + f_{2.0} * (n_{sp,2.0}) + f_{0.56} * (n_{sp,0.56})$$

con,

$$\sum_{especie} Narb / ha_{especie} = Narb / ha$$

- Por Clase de Calidad

Para el cálculo del número de árboles por hectárea por clase de calidad, similarmente la desagregación de n por clases de calidad se aplica:

$$Narb / ha_{calidad} = f_{12.62} * (n_{cal,12.62}) + f_{6.25} * (n_{cal,6.25})$$

con,

$$\sum_{calidad} Narb / ha_{calidad} = f_{12.62} * (n_{12.62}) + f_{6.25} * (n_{6.25})$$

La suma de árboles por clase de calidad es igual al total de árboles por hectárea mayores a 8,0 cm de DAP.

- Por Grado de Ataque o Daño Sanitario

El número de árboles por hectárea que presenta daño o ataque de enfermedades según clasificación descrita en el Manual de Operaciones en Terreno, se calcula según:

$$Narb / ha_{daño} = f_{12.62} * (n_{daño,12.62}) + f_{6.25} * (n_{daño,6.25})$$

con,

$$\sum_{daño} Narb / ha_{daño} = f_{12.62} * (n_{12.62}) + f_{6.25} * (n_{6.25})$$

La suma de árboles por tipo de daño es igual al total de árboles por hectárea mayores a 8.0 cm de DAP.

• Estimación del Área Basal por Hectárea

La estimación del área basal por hectárea a nivel de parcela se calcula como:

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

Donde:

n_k Número de árboles en la parcela concéntrica de radio k,
 g_i Área Basal del árbol individual
 ($g = \pi/4 * (DAP^2)$)

- Por Especie

La estimación del área basal por especie por hectárea a nivel de parcela es:

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

con,

$$\sum_{especie} AreaBasal / ha_{especie} = AreaBasal / ha$$

- Por Clase de Calidad

$$AreaBasal / ha_{calidad} = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} g_{cal,i} + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} g_{cal,i}$$

con,

$$\sum_{calidad} AreaBasal / ha_{calidad} = AreaBasal / ha$$

- Por Grado de Ataque o Daño Sanitario

$$AreaBasal / ha_{daño} = f_{daño12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} g_{daño, i} + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} g_{daño, i}$$

con,

$$\sum_{daño} AreaBasal / ha_{daño} = AreaBasal / ha$$

• Estimación del Volumen Cúbico Bruto por Hectárea por Parcela

A objeto de estimar los volúmenes cúbicos brutos por hectárea a nivel de las parcelas se aplican las siguientes expresiones:

$$VolB / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_i$$

Donde:

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

- Por Especie

$$VolB / ha_{especie} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_{sp,i}$$

con,

$$\sum_{especie} VolB / ha_{especie} = VolB / ha$$

- Por Clase de Calidad

$$VolB / ha_{calidad} = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_{cal, i} + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_{cal, i}$$

con,

$$\sum_{calidad} VolB / ha_{calidad} = VolB / ha$$

- Por Grado de Ataque o Daño Sanitario

$$VolB / ha_{daño} = f_{daño12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_{daño, i} + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_{daño, i}$$

con,

$$\sum_{daño} VolB / ha_{daño} = VolB / ha$$

• Estimación del Volumen Cúbico Neto por Hectárea

El volumen cúbico neto por hectárea en pie comprende la suma de los volúmenes individuales descontadas las pérdidas por calidad y sanidad de acuerdo a factores de perdidas fp definidos por especie o grupos de especies o por zona geográfica.

$$VolN / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} fp * v_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} fp * v_s$$

- Por Especie

$$VolN / ha_{especie} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} fp * v_{sp, i} + f_{sp, 6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} fp * v_{sp, i}$$

con,

$$\sum_{especie} VolN / ha_{especie} = VolN / ha$$

• Estimación del Volumen de Valor por Hectárea

El volumen de material de valor por hectárea en pie a nivel de la parcela se estima como volumen neto de aquellos individuos mayores a 25 cm en DAP.

$$VolAS / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} vas_{i,1} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} vas_{i,1}$$

Donde:

$vas_{i,1}$ Volumen de valor del individuo i de calidad 1 y sanidad 1, de acuerdo con Manual de Operaciones de Terreno

- **Estimación del Volumen de Valor por Especie por Hectárea**

El volumen de valor por hectárea por especie en pie a nivel de la parcela se estima como:

$$VolAS / ha_{especie} = f_{sp, 12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} vas_{sp,i} + f_{sp, 6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} vas_{sp,i}$$

con,

$$\sum_{especie} VolAS / ha_{especie} = VolAS / ha$$

- **Estimación de la Altura Media**

La estimación de la altura media de la parcela se realiza por medio de la aplicación de la media ponderada de las alturas estimadas por los factores de expansión correspondientes a los diámetros de las alturas determinadas para cada árbol de la parcela.

$$HTMedia = \frac{1}{\sum_k N_k} \{ f_{12.62} * \sum_i (HT_{12.62,i}) + f_{6.25} * \sum_i (HT_{6.25,i}) \}$$

Donde:

$HT_{k,i}$ Altura del individuo i en la parcela concéntrica de radio k

N_k Número de individuos/ha asociados a parcela concéntrica de radio k

- **Estimación del Crecimiento Periódico por Hectárea**

Para la estimación del crecimiento se recurre al procedimiento de extracción de tarugos por medio de taladros de incremento según lo descrito en el Manual de Operaciones en Terreno y el cálculo de las relaciones funcionales lineales descritas en punto anterior (Ver Cálculo del Crecimiento Periódico individual).

- **Estimación del Crecimiento Periódico en Clases de Diámetro**

$$CAP_{claseDAP} = \frac{\sum_{i=1}^{nclaseDAP} cap_i}{nclaseDAP}$$

- **Estimación del Crecimiento en Área Basal por Hectárea en un Período “P”**

El cálculo del crecimiento anual periódico en Área Basal por hectárea se estima como:

$$CAB / ha_P = \frac{1}{P} \frac{\pi}{4} f_{12.62} \left\{ - \left[\sum_{i=1}^{n_{12.62}} (DAP_{i,p} - P * CAP_{i, claseDAP})^2 \right] + \left[\sum_{i=1}^{n_{12.62}} (DAP_{i,p0})^2 \right] \right\} +$$

$$\frac{1}{P} \frac{\pi}{4} f_{6.25} \left\{ - \left[\sum_{i=1}^{n_{6.25}} (DAP_{i,p} - P * CAP_{i, claseDAP})^2 \right] + \left[\sum_{i=1}^{n_{6.25}} (DAP_{i,p0})^2 \right] \right\}$$

Donde:

P Período en años

P0 Inicio del período

- **Estimación del Crecimiento Anual Periódico en Volumen Bruto por Hectárea**

Para la estimación del crecimiento en volumen se requiere de la concurrencia de tablas de volumen local por especie.

En caso de no contar con dichas funciones se calcula el volumen individual al tiempo $p0 = t - p$, utilizando las funciones de volumen generales a un $p \leq 4$ años, a objeto de aplicar de esta forma las relaciones DAP-Altura estimadas a partir del inventario para cada parcela/conglomerado/especie.

Una vez estimados estos volúmenes se estima el crecimiento anual periódico por hectárea en volumen bruto como:

$$CAPVOL / ha_P = \frac{1}{P} f_{12.62} \left\{ \left[\sum_{i=1}^{n_{12.62}} (v_{i,p}) \right] - \left[\sum_{i=1}^{n_{12.62}} (v_{i,p0}) \right] \right\} + f_{6.25} \left\{ \left[\sum_{i=1}^{n_{6.25}} (v_{i,p})^2 \right] - \left[\sum_{i=1}^{n_{6.25}} (v_{i,p0})^2 \right] \right\}$$

Procesamiento a Nivel de Conglomerados

La estimación de las diversas variables por Conglomerado se realiza por medio de la aplicación de promedios para aquellas unidades que caen en terrenos forestales.

- **Estimación del Número de Árboles por Hectárea**

El número de árboles por hectárea que caracteriza al conglomerado es:

$$NarbCong / ha = \sum_j Narb_j / J$$

j Índice de parcela en terrenos forestales.

J Número total de parcelas del conglomerado que pertenece a terreno forestal

- **Estimación del Número de Árboles por Hectárea por Especie**

A nivel de conglomerado el valor medio de número de árboles por hectárea por especie es:

$$NarbCong / ha_{especie} = \sum_j Narb_{especie,j} / J$$

Donde:

$$\sum NarbCong / ha_{especie} = NarbCong / ha$$

- **Estimación del Número de Árboles por Hectárea por Clase de Calidad**

A nivel de conglomerado el número de árboles por clase de calidad se estima de acuerdo con:

$$NarbCong / ha_{calidad} = \sum_j Narb_{calidad,j} / J$$

Donde:

$$\sum NarbCong / ha_{calidad} = NarbCong / ha$$

- **Estimación del Número de Árboles por Hectárea por Grado de Ataque o Daño Sanitario**

El número de árboles por grado de ataque o daño por hectárea se calcula como:

$$NarbCong / ha_{daño} = \sum_j Narb_{daño,j} / J$$

Donde:

$$\sum NarbCong / ha_{daño} = NarbCong / ha$$

- **Estimación del Área Basal por Hectárea**

La estimación del área basal por hectárea a nivel del conglomerado se calcula como:

$$ABCong / ha = \sum_j AB_j / J$$

- **Estimación del Área Basal por Hectárea por Especie**

La estimación del área basal por especie por conglomerado se da por la expresión siguiente:

$$ABCong / ha_{especie} = \sum_j AB_{especie,j} / J$$

Donde:

$$\sum ABCong / ha_{especie} = ABCong / ha$$

- **Estimación del Área Basal por Hectárea por Clase de Calidad**

La estimación por clase de calidad por conglomerado en área basal se calcula por:

$$ABCong / ha_{calidad} = \sum_j AB_{calidad,j} / J$$

Donde:

$$\sum ABCong / ha_{calidad} = ABCong / ha$$

- **Estimación del Área Basal por Hectárea por Grado de Ataque o Daño Sanitario**

El área basal por conglomerado de daño por hectárea se calcula como:

$$ABCong / ha_{daño} = \sum_j AB_{daño,j} / J$$

Donde:

$$\sum ABCong / ha_{daño} = ABCong / ha$$

- **Estimación del Volumen Cúbico Bruto por Hectárea**

La estimación del volumen bruto sólido sin corteza que caracteriza al conglomerado se calcula como:

$$VCong / ha = \sum_j V_j / J$$

- **Estimación del Volumen Cúbico Bruto por Hectárea por Especie**

$$VCong / ha_{especie} = \sum_j V_{especie,j} / J$$

Donde:

$$\sum VCong / ha_{especie} = VCong / ha$$

- **Estimación del Volumen Cúbico Bruto por Hectárea por Clase de Calidad**

$$VCong / ha_{calidad} = \sum_j V_{calidad,j} / J$$

Donde:

$$\sum VCong / ha_{calidad} = VCong / ha$$

- **Estimación del Volumen Cúbico Bruto por Hectárea por Grado de Ataque o Daño Sanitario**

$$VCong / ha_{daño} = \sum_j V_{daño,j} / J$$

Donde:

$$\sum VCong / ha_{daño} = VCong / ha$$

- **Estimación del Volumen Cúbico Neto por Hectárea**

El Volumen cúbico neto en cada conglomerado se estima como:

$$VNCong / ha = \sum_j VolN_j / J$$

- **Estimación del Volumen Cúbico Neto por Hectárea por Especie**

$$VNCong / ha_{especie} = \sum_j VolN_{especie,j} / J$$

Donde:

$$\sum VN_{Cong} / ha_{especie} = VN_{Cong} / ha$$

- **Estimación del Crecimiento Anual Periódico en Clases de Diámetro**

El cálculo del crecimiento anual periódico en clases de diámetro a nivel de conglomerado se realiza según la siguiente expresión:

$$CAP_{Cong_{claseDAP}} = \frac{\sum_{j=1}^J cap_{j,claseDap}}{J}$$

- **Estimación del Crecimiento Anual Periódico en Área Basal por Hectárea**

El cálculo del crecimiento anual periódico en área basal por ha en el conglomerado se calcula por medio de:

$$CAB_{Cong} = \frac{\sum_{j=1}^J CAB_j}{J}$$

- **Estimación del Crecimiento Anual Periódico en Volumen por Hectárea**

$$CVOL_{Cong} = \frac{\sum_{j=1}^J CAPVol_j}{J}$$

- **Estimación de las Existencias Volumétricas en Residuos Gruesos por Hectárea**

$$T = \frac{1,2331}{L} \sum_i D_i^2$$

con,

T Volumen (m³/ha)

L Largo transecto con pendiente corregida (m)

D Diámetro de intersección (cm)

Procesamiento a Nivel de la Población

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

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

- **Cálculo de la Media Total y Existencias Totales**

$$\mu = \frac{\sum_{mn} V_{ij}}{MN}$$

Donde:

μ Media total estimada en m³ssc por hectárea

V_j Volumen cúbico sólido en pie de la parcela i ($i=1, N$) del conglomerado $j=\{1,M\}$

- **Cálculo de la Varianza de la Media Total**

La varianza muestral de la media total se estima como un muestreo clásico en dos etapas para una población infinita de acuerdo con:

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

Donde:

v_j Volumen medio por hectárea del conglomerado j en m³ssc.

μ Volumen medio total del área de estudio ambas regiones

n_j Número de parcelas secundarias del conglomerado j

m Número total de unidades primarias

con,

$$\sum_j^M n_j = m$$

- Cálculo del Error Asociado a la Media Total

El cálculo del error de la media total y por ende de las existencias estimadas se calcula como:

$$Error(\mu) = t_g \hat{S}$$

con,

$Error(\mu)$ Error absoluto de la media total en m³ssc.

$\hat{S}$ Desviación estándar de la media en m³ssc.

De forma similar, las expresiones anteriores se aplican para esquemas más desagregados de estimación como cálculo de las existencias a nivel regional, provincial, por tipo forestal, por ejemplo, y sus respectivos errores muestrales.

- Resultados Tabulares de Variables Cuantitativas-Tablas de Existencias

Una de las expresiones más útiles para describir el estado y condición cuantitativa de los bosques es la tabla de existencia, la cual describe las diversas variables de estado de rodal desglosándolas en valores por clase diamétrica. Estas tablas representan para cada clase de diámetro sus respectivos:

- Número de árboles medio por hectárea por clase de diámetro
- Volumen medio por hectárea por clase de diámetro
- Altura media por clase de diámetro
- Crecimiento anual periódico medio por clase de diámetro

El procedimiento de cálculo para la elaboración de estas tablas se basa en las siguientes expresiones:

- Número de Árboles Medio por Hectárea por Clase de Diámetro

$$N/ha_{clasedap} = \sum_{clasedap} N/ha_{clasedap, i, j} / j$$

con,

$N/ha_{clasedap, i, j}$ Número de árboles i en la clase de diámetro $clasedap$ en el conglomerado j

J Número de conglomerados totales.

- Volumen Medio por Hectárea (m³ssc) por Clase de Diámetro

$$V/ha_{clasedap} = \sum_{clasedap} V/ha_{clasedap, i, j} / j$$

con,

$V/ha_{clasedap,i,j}$ Volumen i en la clase de diámetro $clasedap$ en el conglomerado j
 J Número de conglomerados totales.

- **Altura Media (m) por Clase de Diámetro**

$$HT_{clasedap} = \sum_{clasedap} HT_{clasedap, i, j} / j$$

con,

$HT_{clasedap,i,j}$ Altura i en la clase de diámetro $clasedap$ en el conglomerado j
 J Número de conglomerados totales.

- **Crecimiento Anual Periódico Medio por Hectárea en Volumen Sólido (m³ssc/ha/año)**

$$CAPVol_{clasedap} = \sum_{clasedap} CAPVol_{clasedap, i, j} / j$$

con,

$CAPVol_{clasedap,i,j}$ Crecimiento anual periódico i en la clase de diámetro $clasedap$ en el conglomerado j
 J Número de conglomerados totales.

Procesamiento para la Estimación de Existencias en Biomasa y Carbono

El carbono se acumula en la biomasa del ecosistema forestal y la biomasa es definida como el peso, o estimación equivalente, de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal. Se reconocen cinco diferentes depósitos donde se acumula el carbono en el ecosistema forestal (IPCC, 1996):

- En la biomasa sobre el suelo, que considera los árboles, la vegetación arbustiva y la vegetación herbácea.
- En la biomasa bajo el suelo, que se refiere a las raíces de la vegetación del ecosistema estudiado, tanto de los árboles como del sotobosque.
- En la hojarasca, que es la capa de material orgánico (hojas, ramillas, semillas, etc.) no descompuesto y cuyas formas se pueden reconocer a simple vista.
- Árboles muertos en pie, y troncos de los caídos.
- En el suelo, el cual es considerado por IPCC (1996) hasta una profundidad de 30 cm, debido a que el cambio de uso de la tierra tiene un mayor efecto en los estratos superiores.

En el inventario se consideran los componentes:

- Biomasa viva sobre el suelo
- Biomasa de árboles muertos en pie y residuos gruesos sobre el suelo

Los otros componentes no son estimados para determinar la biomasa y el contenido de carbono, en algunos casos por ser de difícil estimación (caso del suelo) y en otros por ser de baja influencia en el total (caso hojarasca, ramillas). Para el caso de raíces se estima por factores de biomasa publicados en literatura (Gayoso *et al.*, 2002).

- Biomasa Sobre el Suelo

La biomasa sobre el suelo se calculó considerando dos métodos, según el nivel de información existente.

- Con Funciones de Biomasa

Se utilizaron funciones de biomasa total individuales para especies nativas de acuerdo con el trabajo desarrollado por Gayoso *et al.* (2002) (Cuadro 7). Estas funciones de biomasa se aplicaron a nivel de árbol individual.

Cuadro 7
FUNCIONES DE BIOMASA POR ESPECIE

MODELO	ESPECIE	DAP	PARÁMETROS		
			a	b	c
a + EXP (b + c * DAP)	Canelo (DW)	52 > DAP > 6	-5,73651	3,25257	0,07943
	Coigüe (ND)	105 > DAP > 6	-577,329	6,11716	0,02752
	Coigüe Chiloé (NN)	47 > DAP > 12	-146,927	4,76702	0,05591
	Tineo (WT)	91 > DAP > 6	-170,119	5,23563	0,03876
	Raúlí (NA)	66 > DAP > 5	-441,440	5,84538	0,03211
EXP (a + b * LN (DAP))	Ulmo (EC)	95 > DAP > 5	-1,44454	2,23634	
		70 > DAP > 5	-1,45875	2,23536	
	Avellano (GA)	27 > DAP > 6	-1,84774	2,23221	
	Tepa (LP)	74 > DAP > 6	-0,88067	2,00017	
	Mañío macho (PN)	55 > DAP > 5	-0,49120	1,90639	
	Mañío hembra (SC)	54 > DAP > 7	-0,2277	1,77378	
a + b * DAP ²	Roble (NO)	72 > DAP > 5	-27,8703	0,59063	
EXP (a + b * DAP)	Luma (AL)	22 > DAP > 5	2,15765	0,16039	

(Gayoso *et al.*, 2002)

- Biomasa a Partir del Volumen

Al carecer de funciones de biomasa, la biomasa se calculó a partir del volumen bruto fustal y después se expandió este valor para considerar toda la biomasa aérea. De tal forma que:

$$\text{Biomasa aérea (t/ha)} = VC * D * FEB$$

Donde:

VC Volumen bruto fustal (m³/ha) de árboles con DAP ≥ 4 cm

D Densidad básica de la madera (Contenido humedad 12 %) (t/m³)

FEB Factor de expansión de biomasa (biomasa aérea seca/biomasa aérea comercial)

Para la determinación del volumen bruto se consideraron los árboles con DAP mayores a 4 cm y las densidades básicas de acuerdo con el Cuadro 8. En aquellos casos donde no fue posible identificar la especie se usó una densidad básica de 0,5 t/m³, según lo describe IPCC (1996).

El factor de expansión utilizado para la estimación de la biomasa total aérea fue 1,75 de acuerdo con la metodología propuesta por IPCC (1996).

Cuadro 8
DENSIDADES BÁSICAS POR ESPECIE

Especie	Nombre común	Densidad básica (kg/m ³)	N	Fuente
<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	483,0		Pérez (1983)
<i>Gevuina avellana</i>	Avellano	506,7	90	Gayoso (2002)
<i>Drimys winteri</i>	Canelo	431,2	48	Gayoso (2002)
<i>Nothofagus dombeyi</i>	Coigüe	504,2	316	Gayoso (2002)
<i>Laurelia sempervirens</i>	Laurel	447,2	12	Gayoso (2002)
<i>Persea lingue</i>	Lingue	464,3	20	Gayoso (2002)
<i>Saxegothea conspicua</i>	Mañío hembra	547,0	11	Gayoso (2002)
<i>Citronella mucronata</i>	Naranjillo	460,1		Gayoso (2002)
<i>Embotrium coccineum</i>	Notro	474,4		Gayoso (2002)
<i>Aextoxicon punctatum</i>	Olivillo	487,9	12	Gayoso (2002)
<i>Sophora microphylla</i>	Pelú	488,0		Gayoso (2002)
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	460,1		Gayoso (2002)
<i>Lomatia hirsuta</i>	Radal	474,4		Gayoso (2002)
<i>Nothofagus alpina</i>	Raulí	507,6	68	Gayoso (2002)
<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble	461,4	259	Gayoso (2002)
<i>Laureliopsis philippiana</i>	Tepa	438,2	273	Gayoso (2002)
<i>Weinmannia trichosperma</i>	Tineo	540,8	146	Gayoso (2002)
<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	Trevo	652,7	12	Gayoso (2002)
<i>Eucryphia cordifolia</i>	Ulmo	546,9	379	Gayoso (2002)
<i>Lomatia dentata</i>	Avellanillo	474,4		Gayoso (2002)
<i>Nothofagus antarctica</i>	Ñirre	464,0		Pérez (1983)
<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	799,1		Gayoso (2002)

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

<i>Amomyrtus luma</i>	Luma	764,5	12	Gayoso (2002)
<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	Arrayán macho	435,8		Gayoso (2002)
<i>Myrceugenia exsucca</i>	Pitra	799,1		Gayoso (2002)
<i>Caldcluvia paniculata</i>	Tiaca	555,0		Pérez (1983)
<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	331,0		Pérez (1983)
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	474,4		Gayoso (2002)
<i>Tepualia stipularis</i>	Tepú	799,1		Gayoso (2002)
<i>Amomyrtus meli</i>	Meli	799,1		Gayoso (2002)
<i>Escallonia spp.</i>	Escallonia spp.	710,0		Pérez (1983)
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	Pillo pillo	331,0		Pérez (1983)
<i>Lomatia ferruginea</i>	Fuínque	474,4		Gayoso (2002)
<i>Podocarpus nubigena</i>	Mañío macho	513,2	54	Gayoso (2002)
<i>Azara integrifolia</i>	Corcolén	474,4		Gayoso (2002)
<i>Fitzroya cupressoides</i>	Alerce	405,0		Pérez (1983)
<i>Austrocedrus chilensis</i>	Ciprés de la cordillera	424,0		Pérez (1983)
<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i>	Temu	799,1		Gayoso (2002)
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	Ciprés de las guaitecas	405,0		Pérez (1983)
<i>Crinodendron hookerianum</i>	Chaquihue, Polizón	435,8		Gayoso (2002)
<i>Fuchsia magellanica</i>	Chilco	710,0		Pérez (1983)
<i>Maytenus magellanica</i>	Leña dura	799,1		Gayoso (2002)
<i>Myrceugenia planipes</i>	Picha-Picha	799,1		Gayoso (2002)

(Gayoso et al., 2002)

• Biomasa de Árboles Muertos en Pie y Residuos Gruesos

- Árboles Muertos en Pie

Para la determinación de la biomasa de los árboles muertos en pie se consideró el volumen y densidad de la especie, según la fórmula:

$$\text{Biomasa árbol muerto en pie (t/ha)} = V * D$$

Donde:

V Volumen según Smalian (m³/ha)

D Densidad aparente (t/m³)

Para los valores de densidad se consideraron los del Cuadro 8. De no reconocer la especie, se utilizó una densidad aparente de 0,5 t/ha m³ según lo recomendado por IPCC (1996).

- Residuos Gruesos

Los residuos gruesos se definen como todos los residuos con diámetros ≥ 10 cm. Para la determinación de la biomasa de los residuos gruesos se utilizó el volumen y la densidad y se consideró un factor de descuento según el grado de descomposición del residuo.

$$\text{Biomasa de residuos gruesos (t/ha)} = V * D * FD$$

Donde:

V Volumen según fórmula de Smalian (m^3/ha)

D Densidad básica (t/m^3)

FD Factor de descuento por descomposición

La densidad básica se obtuvo del Cuadro 8 cuando fue posible identificar la especie, al carecer de dicha identificación se consideró una densidad promedio de $0,5 \text{ t}/\text{m}^3$ (IPCC, 1996).

Para el factor de descuento de descomposición se consideró la información generada por el proyecto FONDEF D9811076, donde en un estudio de residuos de bosque nativo se establecieron 3 categorías de descomposición (Schlegel *et al.*, 2001). Por otra parte, el Inventario utiliza 5 categorías de descomposición (Cuadro 9) para rescate en terreno y para poder utilizar la información del proyecto FONDEF se asimilaron en las tres categorías como aparece en el Cuadro 10.

Cuadro 9
CLASES DE DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS GRUESOS

CLASE	INTEGRIDAD ESTRUCTURAL	TEXTURA PORCIONES DEGRADADAS	COLOR MADERA	RAÍCES INVASORAS	RAMAS Y RAMILLAS
1	Troza sana intacta y reciente	Intacta, sin degradación sin cuerpos frutales visibles de hongos	Color original	Ausentes	Existen ramas y ramillas presentes aun en troza, corteza aun firme y pegada
2	Sana	Mayoritariamente intacta, medula parcialmente blanda, inicio de degradación, pero no puede arrancarse a mano desnuda	Color original	Ausente	Existen ramas y muchas de las ramillas ya no existen, corteza pelada en algunas porciones
3	Xilema sano (troza capaz de soportar su propio peso)	La médula se encuentra ausente o se puede arrancar vía manual	Color original a café rojizo	Solo xilema	Las ramas no se sueltan a nivel del cuello
4	Xilema descompuesto troza no soporta su propio peso, pero mantiene su forma	Piezas en forma de bloque, blandas, su puede hundir una pieza metálica	Café claro a rojizo	Presencia total de raíces	Las ramas se sueltan solas
5	Ninguna pieza mantiene su forma	Blanda, polvorienta cuando está seca	Café Rojizo a café oscuro	Presencia total de raíces	Uniones de ramas degradadas

Cuadro 10

CATEGORÍAS DE DESCOMPOSICIÓN Y PORCENTAJE DE DESCUENTO DE DENSIDAD BÁSICA

Categoría descomposición (Proyecto FONDEF D9811076)	Descomposición	Densidad básica (t/m³)	% de densidad básica	Categoría descomposición Inventario
1	Baja degradación	0,49 - 0,52	100	1 a 2
2	Degradación Media	0,28 - 0,37	65	3
3	Alta degradación	0,14 - 0,26	40	4 a 5

- Contenido de Carbono y CO₂ Equivalente

Después de determinar la biomasa de los árboles vivos y la biomasa de árboles muertos y residuos gruesos, se calculó la cantidad de carbono almacenado.

Para esto se utilizó como base el trabajo realizado en el proyecto FONDEF, el cual determinó el contenido de carbono considerando especies de los Tipos Forestales Siempreverde y Roble-Raulí-Coihue, se utilizó el valor promedio de contenido total de carbono que fue 49,64% (Gayoso *et al.*, 2002). Las respectivas biomásas se multiplicaron por este factor obteniéndose el contenido de carbono.

$$\text{Carbono de biomasa (t/ha)} = \text{Biomasa (t/ha)} * 0,4964$$

En el caso de la representación del contenido de Carbono como CO₂ equivalente, se corrige la expresión anterior por 44/12.

Método de Actualización del Programa de Inventario de Plantaciones Forestales - Pequeños y Medianos Propietarios (PYMP)

El Instituto Forestal (INFOR) ha venido realizando desde los años 80 la labor de actualización de plantaciones de especies exóticas de las diversas regiones en el país. Como producto principal de estas actualizaciones se entrega tradicionalmente una cartografía de base 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar con los polígonos de rodales de las diversas especies exóticas forestales, principalmente pino radiata (*Pinus radiata* D. Don) y eucaliptos (*Eucalyptus globulus* Labill y *Eucalyptus nitens* H. Deane & Maiden), con atributos en base de datos abarcando superficie en hectáreas por rodal, edad de plantación y eventualmente algunos atributos dasométricos como área basal, número de árboles por hectárea y alturas.

Se entiende como rodal de plantación aquella formación boscosa que se caracteriza por una cobertura de más del 75% del suelo cuyos individuos obedecen a un sistema de establecimiento por plantación o regeneración vegetativa bajo manejo y que comparten una misma edad o rango de edad de no más de 2 temporadas (cubriendo casos de replante) y un espaciamiento regular. Toda esta información es manejada y administrada en un sistema geográfico de información (SIG) institucional y su resolución espacial alcanza 0,3 ha.

Desde sus inicios (1980) la metodología de actualización de INFOR se ha basado en el análisis exhaustivo de las carpetas prediales originadas y administradas por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), ente encargado de las regulaciones asociadas a las actividades forestales en el territorio nacional. Adicionalmente, la metodología

involucra una componente de fotointerpretación en material diverso de acuerdo a disponibilidad de recursos principalmente financieros, desde fotografías de escala grande (1:20.000, 1:30.000 con costos actualmente de decenas de millones de pesos) a imágenes satelitales de resolución espacial media y fina (tamaño de píxel de 30x30 m a 5x5 m), y también una componente de visitas a terreno de corrección y validación de los puntos dudosos arrojados por la fotointerpretación del material.

El presente informe detalla la metodología actualmente en uso con énfasis en la incorporación de nuevas técnicas tendientes a facilitar las labores de fotointerpretación, específicamente en lo que respecta a la detección de plantaciones jóvenes, con edades de plantación inferiores a los tres años a partir de imágenes satelitales de alta resolución.

El objetivo general del programa de Inventario de Plantaciones Forestales es el de crear y mantener en forma continua información sobre el estado y condición de los recursos de plantaciones forestales, por la vía del procesamiento y análisis de datos recolectados en forma periódica.

En el caso específico de este informe, el objetivo es documentar el método de actualización utilizado por INFOR, con énfasis en la incorporación de nuevas técnicas orientadas a objetos para la clasificación semiautomatizada de imágenes. El propósito subyacente es el de generar nuevos esquemas piloto que guíen y faciliten la etapa de fotointerpretación de imágenes que tradicionalmente ha realizado INFOR como parte de la actualización de plantaciones de especies exóticas pertenecientes a pequeños y medianos propietarios.

Elaboración de Coberturas Cartográficas Digitales

La metodología utilizada por INFOR para la actualización de superficies de plantaciones forestales pertenecientes a pequeños y medianos propietarios involucra un desarrollo en varias etapas donde se suman fuentes de información de distintos orígenes y escalas para generar cartografía y valores estimados de superficie de plantaciones presentes por cada región, los cuales van asociados a medidas de error en su estimación.

Se realiza una recopilación de información a nivel regional partiendo de las carpetas prediales que mantiene CONAF, cuya cartografía en papel es luego georeferenciada y llevada a un marco común. Esta información se digitaliza para su incorporación en un sistema de información geográfico, donde se incorporan todos los polígonos de superficies reportadas, al momento del orden de las decenas de cientos para todo el país.

Además de la digitalización de información de las carpetas prediales, se realiza como complemento un trabajo de fotointerpretación de imágenes provenientes de capturas de sensores satelitales y/o fotografías aéreas a distintas escalas, requiriendo para ello de personal altamente calificado con años de experiencia en el rubro.

Las imágenes utilizadas en esta labor están supeditadas a disponibilidad y limitaciones de tipo presupuestario, haciendo necesario priorizar las adquisiciones. Ello redundará en la necesidad de cuidar la asignación de recurso, dando preferencia a aquellas zonas con mayor probabilidad de cambios o para las que no se hubiese contado con información en períodos anteriores.

Determinación de Error e Intervalos de Confidencia

Debido a la dificultad de contar con imágenes cubriendo la totalidad de las áreas de interés donde se ubican las plantaciones de pequeños y medianos propietarios, se hace relevante el poder contar con una estimación de las superficies de plantaciones, así como del error de la estimación y los intervalos de confianza asociados a este.

Con este fin se recurre a la aplicación e implementación de un esquema de muestreo en cuadrantes aleatorizados restringidos, sustentado en los siguientes supuestos:

1. Los errores definidos en superficies se distribuyen como Poisson con media y varianza λA , donde λ es la intensidad de los errores por unidad de superficie y A el área de estudio.
2. Se asume que los errores tienen igual probabilidad de aparecer en toda la región y que son generados por el proceso estocástico dominado por λ ; este supuesto, puede variar si se reconoce en los datos una tendencia espacial de los errores.
3. Si la unidad muestral utilizada para la determinación de los errores es definida bajo un mecanismo de aleatorización, los estimadores resultantes pueden ser considerados como representativos de toda la población.

Donde el estimador del error y sus variables componentes corresponden a:

y_i : Superficie de diferencias del cuadrante "i"
 z_i : Superficie efectiva/estimada del cuadrante "i"
 R : Tasa promedio de error por unidad de área

con,

$$R = \frac{\sum_{i=1,n} y_i}{\sum_{i=1,n} z_i}$$

Según esta expresión, se considera que la estimación insesgada del error en superficie asociado al método empleado por INFOR es igual a: $R \cdot A$, donde A corresponde a la superficie total de terceros estimada según método de INFOR.

Es importante considerar el estimador de la varianza del error total de la estimación. Para ello, se asume que los errores tienden a presentarse más bien agregados que completamente aleatorios en su distribución espacial, por ello el estimador aproximado de la varianza de las diferencias totales es:

$$\text{var}(RA) = \frac{N(N-n)}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 + R^2 \sum_{i=1}^n z_i^2 - 2R \sum_{i=1}^n z_i y_i \right)$$

con,

y_i : Superficie diferencia del cuadrante "i"
 z_i : Superficie efectiva o estimada del cuadrante "i"
 R : Tasa promedio de error por unidad de área
 A : Superficie total de terceros según INFOR

Así el intervalo de confianza del estimado total se puede aproximar como:

$$\text{Intervalo Confianza estimador total: } R \pm t_n \frac{\text{var}(RA)}{\sqrt{n}} ha.$$

Deducible de esta expresión, se encuentra el error del muestreo o confiabilidad estadística del estimado poblacional debido a la aplicación del muestreo.

El esquema general del proceso de actualización de plantaciones para PYMP descrito se puede apreciar en la Figura 4.

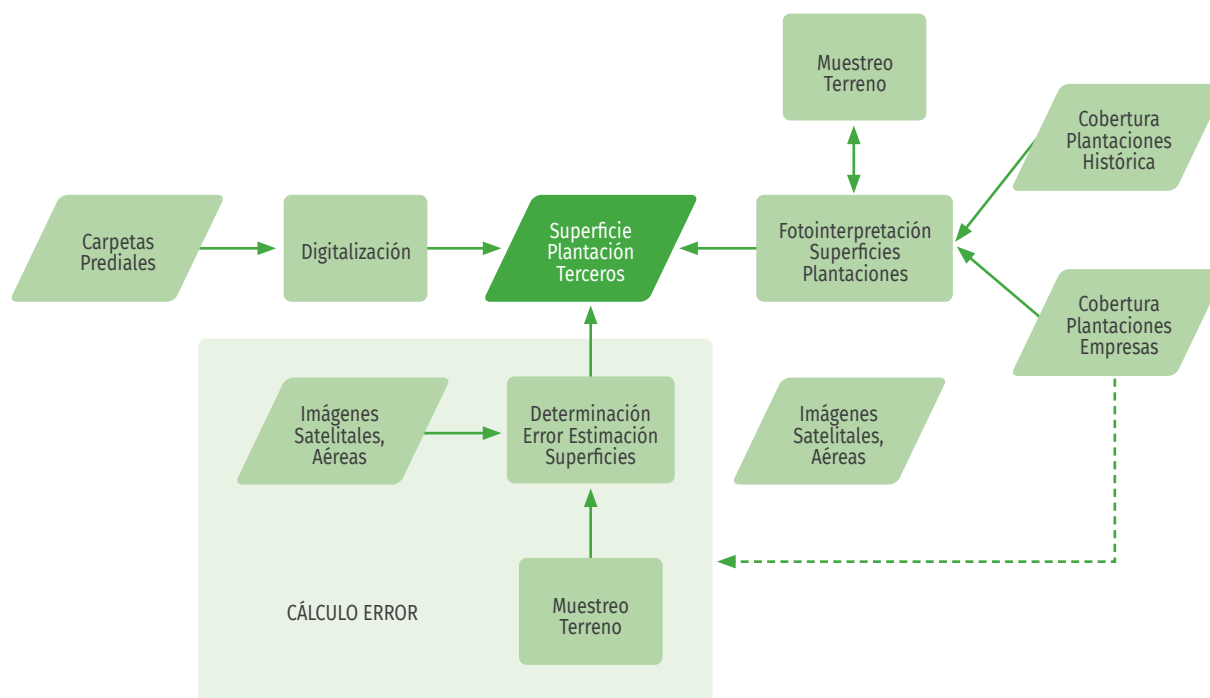


Figura 4
MÉTODO DE ACTUALIZACIÓN SUPERFICIE PLANTACIONES PYMP

Clasificación Orientada a Objetos como Apoyo a Labores de Fotointerpretación

Como se mencionó, INFOR recurre a imágenes de sensores remotos de diversas fuentes para apoyar el trabajo de detección de plantaciones en manos de terceros. Las imágenes utilizadas con mayor frecuencia han sido las provenientes de los instrumentos OLI, ETM+ y TM a bordo de plataformas LANDSAT, los satélites SENTINEL-2, ASTER, a bordo del satélite ALOS (10m) de la agencia espacial japonesa, así como imágenes de alta resolución de proveedores comerciales de información geoespacial (RapidEye, SPOT, WorldView, Geoeye, FASAT-C, etc.).

El uso de material satelital y el incremento de su resolución tiene ventajas: Una de ellas relativa a la potencial detección más temprana de plantaciones jóvenes y una delimitación más precisa de las superficies. Sin embargo, este aumento a su vez ha significado un incremento en la carga de trabajo de fotointerpretación, si se consideran superficies de procesamiento equivalentes. Ello hace necesario el empleo de otras técnicas de apoyo que ayuden a automatizar partes del proceso utilizado a la fecha.

El uso de técnicas tradicionales de clasificación supervisadas, que podrían ayudar a resolver este problema, es normalmente insuficiente. Ello porque el incremento en resolución espacial de los sensores remotos normalmente va asociado a una menor disponibilidad de bandas espectrales, de las cuales dependen estrechamente estos clasificadores para su funcionamiento. A esto se agrega una mayor varianza en los valores de las bandas espectrales disponibles. Ambos factores mencionados hacen que los niveles de error obtenidos con este tipo de aproximación

no sean los ideales, por lo que se hace necesario recurrir a otras fuentes de información y hacer uso de conocimiento sobre aspectos que permitan una mejor diferenciación de las áreas de interés.

En este sentido la clasificación de imágenes orientada a objetos es una alternativa interesante para facilitar el procesamiento de estas, al posibilitar la incorporación de información desde fuentes con resoluciones o escalas diversas, así como al permitir el trabajo con capas de tipo no solo *raster* sino también vectoriales e información temática. Sin embargo, la característica más importante de este tipo de clasificación consiste en un cambio de paradigma (Kumar, 2007), donde en vez de trabajar con píxeles se trabaja con grupos de ellos en forma de objetos, los que presentan distintos atributos aparte de los espectrales y operan en un contexto jerarquizado (Figura 5).

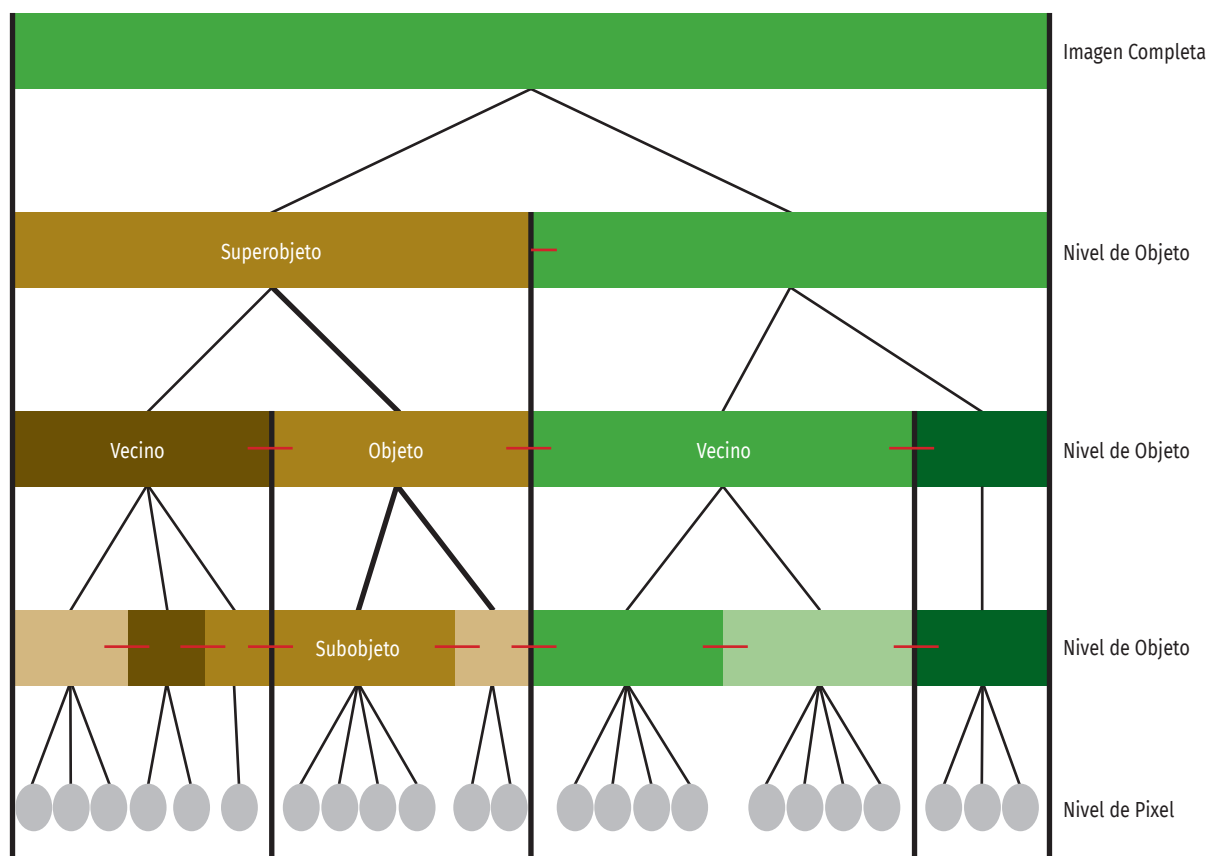


Figura 5
JERARQUÍA DE OBJETOS DE IMAGEN Y VÍNCULOS ENTRE OBJETOS

• Ventajas y Desventajas de la Clasificación Orientada a Objetos

En líneas generales, las ventajas de un enfoque orientado a objeto serían las siguientes (Kumar, 2007):

- Aprovecha todas las dimensiones de la detección remota, incluyendo la:
 - Espectral
 - Espacial (área, longitud, dirección)
 - Morfológica (parámetros de forma, textura)
 - Contextual (relación respecto de los vecinos)
 - Temporal

- Incorpora técnicas y métodos probados en el campo del análisis de imágenes; como clasificadores supervisados, lógica difusa (*fuzzy logic*) y clasificaciones basadas en reglas
- Incorpora parte de la funcionalidad de sistemas de información geográficos respecto de clasificaciones temáticas, como el uso de información auxiliar, mediciones de distancia, etc.
- Es capaz de extraer elementos de la misma imagen a escalas diferentes (Kampouraki, *et al.*, 2008; Kumar, 2007)

Resumiendo, este tipo de clasificación permite la incorporación de conocimiento desde diversas fuentes de datos e información, aplicada a objetos situados en distintos niveles, manteniendo conexiones jerárquicas entre los distintos niveles y relaciones entre objetos.

Como cualquier técnica, el enfoque orientado a objetos tiene también desventajas, entre las que se pueden contar las siguientes:

- Identificar objetos de imagen y no objetos reales, así como fusionar objetos reales debido a confusión espectral (Kampouraki, *et al.*, 2008)
- Requerir idealmente de un conocimiento profundo de los elementos que se desean clasificar y sus características
- Ser usualmente más costosa en términos de tiempo requerido para llegar a resultados satisfactorios
- Requerir de visión y experiencia para la elaboración de reglas fácilmente adaptables a situaciones y escenarios variables
- Ser potencialmente menos transferible y replicable, por ende, menos transparente

- Propuesta Operacional de Clasificación Orientada a Objetos para Detección de Plantaciones Jóvenes

Durante la fotointerpretación de imágenes para determinación de plantaciones forestales de exóticas pertenecientes a terceros, una de las dificultades es la detección temprana de estas superficies. Plantaciones inferiores a los tres años de edad usualmente son difíciles de discernir, ya que por sus características tienden a confundirse con zonas de uso agrícola o de regeneración natural de especies nativas tras cosecha.

La detección, individualización y clasificación de estas zonas ambiguas, ralentizan el trabajo de interpretación. Por ello, es deseable contar con técnicas de clasificación parcial o totalmente automatizadas que permitan preseleccionar estas zonas de duda para su posterior evaluación por operadores expertos y eventual marcación para verificación en terreno.

A continuación, se describe una propuesta preliminar para la detección de estas zonas, incorporando no solo información espectral sino de conocimiento de los elementos que se desea detectar y cuyo diagrama de flujo general se puede apreciar en la Figura 6.

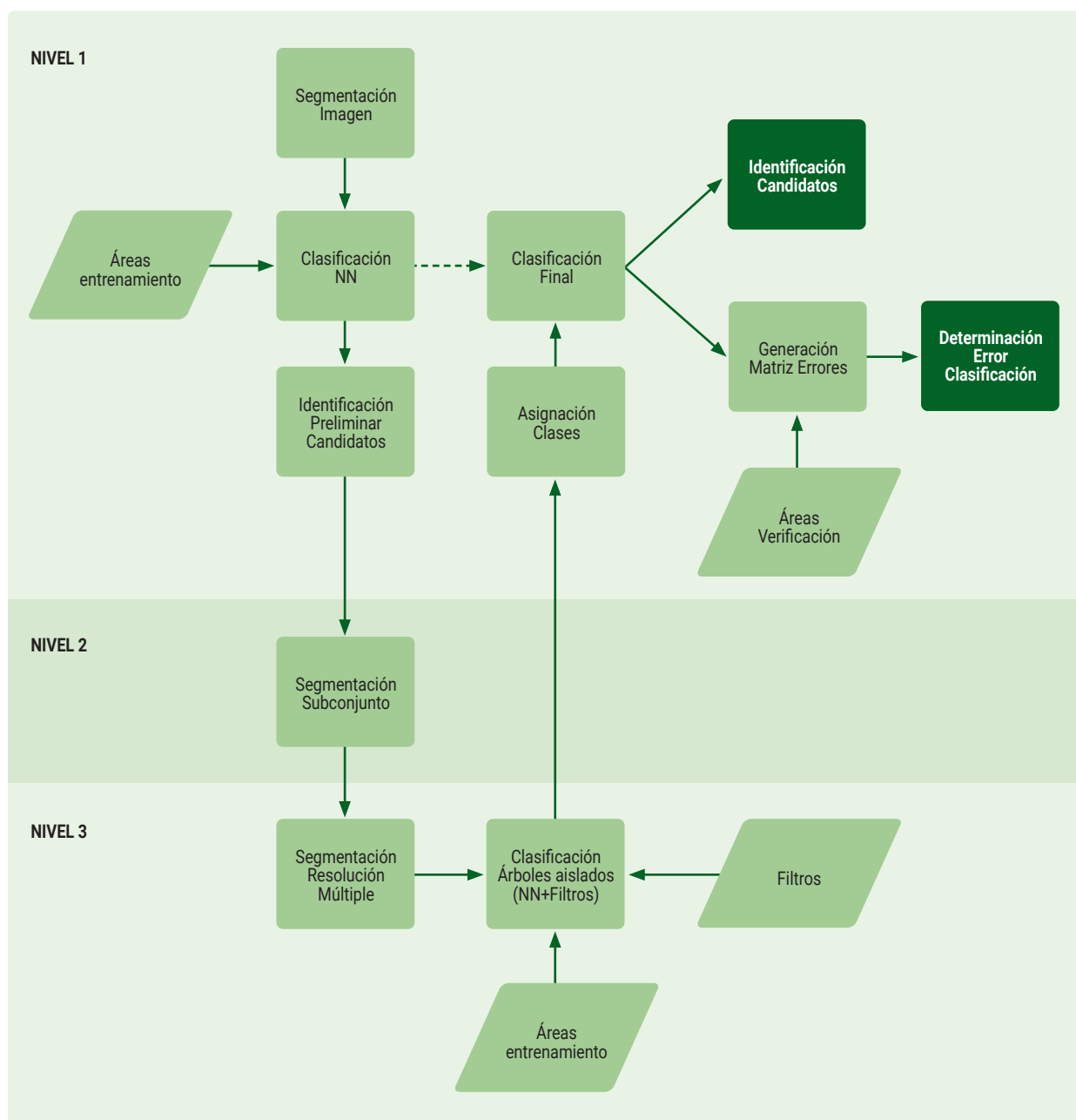


Figura 6
DIAGRAMA DE FLUJO PARA IDENTIFICACIÓN CANDIDATOS PLANTACIÓN JOVEN

• Segmentación Inicial de Imágenes

El procedimiento de clasificación orientada a objetos parte por la segmentación de imágenes satelitales utilizando un algoritmo de resolución múltiple, donde en base a información espectral de las imágenes, junto a factores de forma y compacidad se originaron polígonos, dividiendo las escenas en áreas o zonas más o menos homogéneas. Los parámetros aquí utilizados se generaron a partir de pruebas de segmentación sobre múltiples imágenes, empleando un esquema iterativo de prueba y error hasta dar con valores satisfactorios para la escala de clasificación requerida.

Los valores de entrada utilizados en la segmentación son específicos, dependiendo de factores como: tipo de sensor utilizado, número de bandas espectrales disponibles, resolución espectral, resolución espacial y contexto en que se realiza la segmentación.

Así por ejemplo, los parámetros antes mencionados no serán aplicables a imágenes provenientes de sensores con resolución espacial divergente o incluso en el caso del mismo sensor, para regiones que cuenten con tamaño y forma de los elementos a identificar que ostenten características muy diferentes.

- **Clasificación con Técnica de Vecino más Cercano**

Una vez realizada la primera segmentación de las escenas, se procedió a clasificar las imágenes en ocho clases generales (agrícola, bosque nativo, candidato a plantación joven, cuerpo de agua, nube, plantación forestal, zona edificada y sin clasificación) utilizando para ello un algoritmo de vecino más cercano (Richards y Jia, 2006; Liu y Mason, 2009). Con este propósito se seleccionaron mediante técnicas de fotointerpretación zonas de entrenamiento para todas las clases, con excepción de las candidatas a plantación joven. Para fines prácticos, estas muestras fueron consideradas como verdad de campo.

Para el caso de las zonas candidatas a plantación joven en cambio, se tomaron polígonos para los que efectivamente se tenía registro de pertenecer a esta categoría y este conjunto fue dividido en dos partes. Una porción se destinó al entrenamiento del algoritmo de clasificación, en tanto que los remanentes fueron reservados para la verificación de los resultados de la clasificación final. Se optó por esta vía al no disponer de tiempo suficiente como para realizar una campaña de terreno con este objetivo.

La clasificación utilizó entonces elementos provenientes de la lógica difusa para definir umbrales de pertenencia. Ellos a la postre definen la asignación de una superficie u objeto a las clases respectivas. Para la presente clasificación, este umbral fue establecido en un 60%. Así, todos los objetos cuyo valor de pertenencia a la clase fuesen menores a este umbral, automáticamente fueron asignados a la clase “sin clasificación”.

- **Identificación Candidatos y Segmentación Subconjunto Clasificación**

A partir de la clasificación antes mencionada, se identificaron las superficies preliminares candidatas a tener plantaciones forestales jóvenes, con edades menores a tres años. Sobre este subconjunto se aplicó otra segmentación análoga a la inicial, pero más detallada, orientada a la detección y extracción de características adicionales. Ello se hizo con miras a la posterior eliminación de errores de clasificación e incremento subsecuente en la confiabilidad de la clasificación a servir de guía para los fotointérpretes.

- **Reclasificación Candidatos en Base a Conocimiento**

Los objetos obtenidos de la segmentación del paso anterior fueron utilizados en el proceso de detección de árboles aislados, uno de los indicadores característicos de zonas con tipo de uso agrícola-ganadero. Con este fin se empleó nuevamente una clasificación de tipo vecino más cercano, esta vez con un umbral de clasificación de 70%. Dicha clasificación fue complementada mediante la inclusión de otras variables como área de copa de árbol individual, índice de forma y otras variables relativas a la forma típica de los elementos a detectar.

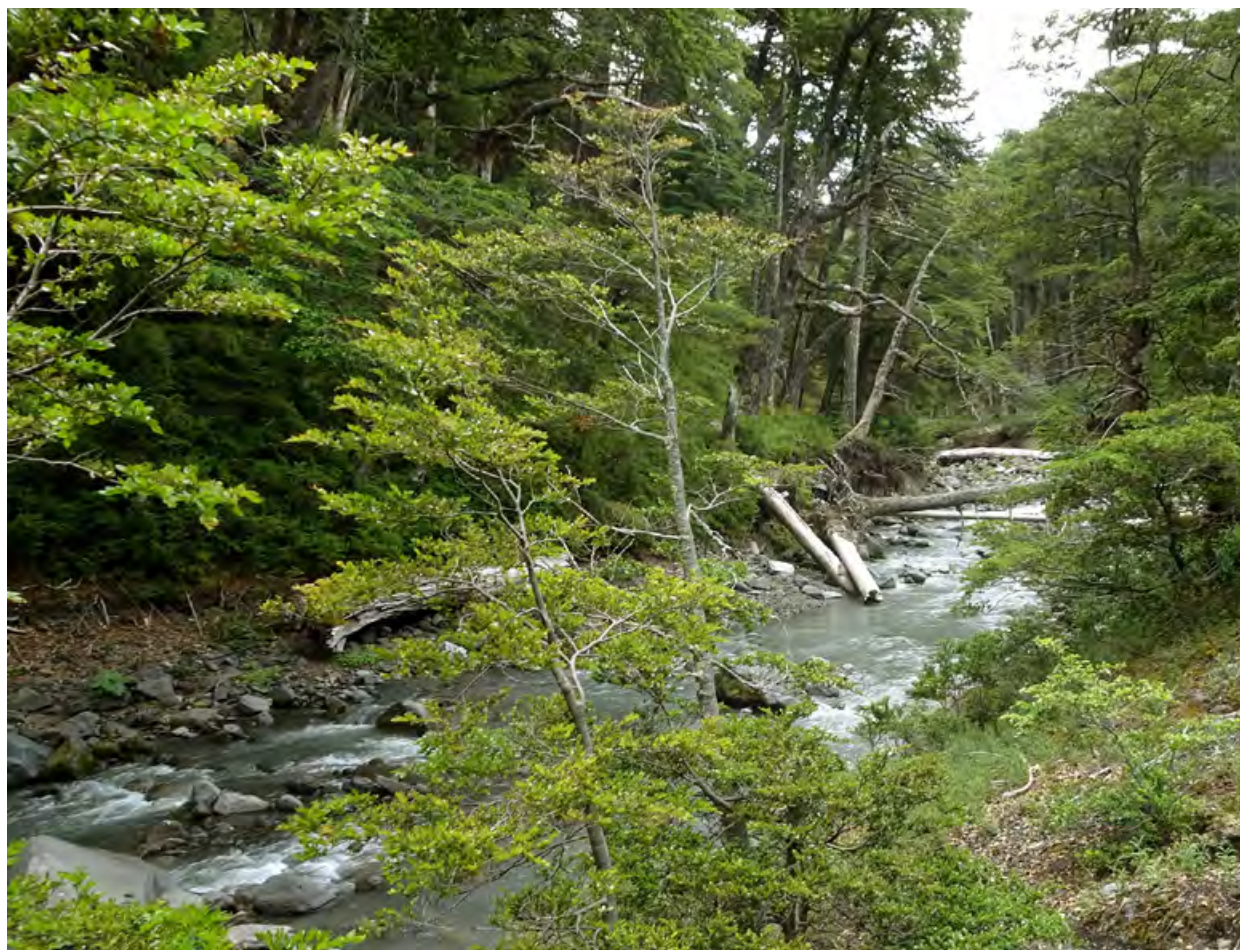
Para el establecimiento de valores umbral de las variables, se optó por realizar una muestra de imágenes de

referencia que sirvieron para acotar dichos parámetros, proceso que contempló la revisión y ajuste iterativo de los mismos. Finalmente, con ambos elementos, clasificador por vecino más cercano y parámetros morfológicos y espaciales, se detectó la presencia de árboles aislados.

Una vez obtenido los números de árboles presentes a nivel de superobjeto (polígono base de clasificación), se reasignaron las clases de las áreas potenciales de contener plantaciones jóvenes a tres categorías: agrícola, candidato a plantación joven y áreas sin clasificar. Este resultado fue incorporado en la clasificación ya existente para el nivel 1, donde efectivamente se sobrescribió la clase original de candidatos a plantación joven. Con esto no solo se esperó reducir errores de clasificación, sino también reducir el número total de polígonos necesarios de evaluar durante la fase de fotointerpretación tradicional utilizada por el método INFOR.

- **Identificación Final de Candidatos y Fotointerpretación Asistida, Determinación de Errores de Clasificación**

Finalmente, el resultado de la clasificación es exportado a formato vectorial para servir de guía en el proceso de fotointerpretación, a la vez que se realizó una determinación de los errores de clasificación utilizando una matriz de confusión, de manera de tener una indicación general del comportamiento de la clasificación. Una vez verificadas en terreno las áreas bien clasificadas se procede a verificar aquellas áreas que resultaron mal clasificadas y se les asigna clase por operador de fotointerpretación.



REFERENCIAS

Cox Z. F. (1980). Inventario forestal nacional permanente de bosque nativo. Diseño y manual de instrucciones. Proyecto CONAF/PNUD/FAO FAO:DP/CHI/76/003, Doc.Trabajo N°33. Santiago de Chile.

Gayoso, J.; Guerra, J y Alarcón, D. (2002). Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. En: Medición de capacidad de captura de carbono en bosques de Chile. Proyecto FONDEF D98I1076. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 157 p.

Haig, I. T.; Teesdale, L. V.; Briegleb, P.; Payne, B. and Haertel, M. (1946). Forest resources of Chile as a basis for industrial expansion. USDA Forest Service, Washington.

Husch, B.; Miller, C. I. and Beers, T. W. (1982). Forest Mensuration. John Wiley & Sons, New York. 402 p.

IPCC (1996). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3, Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. Intergovernmental Panel on Climate Change London.

Kampouraki, M.; Wood, G. A. and 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. Pp 555-569.

Kumar, N. (2007). Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm. CRC Press. 206pp.

Liu, J. G. and Mason, P. (2009). Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing. Wiley Blackwell. 462pp.

Loetsch and Haller (1964). Forest Inventory: Statistics of forest inventory and information from aerial photographs. Vol. 1. BLV Verlagsgesellschaft, München.

Matern, B. (1960). Spatial Variation. Stochastic models and their application to some problems in forest survey and other sampling investigations

Pérez, V. (1983). Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Santiago, Chile. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI 76/003. Documento de Trabajo N° 47. 451 p.

Richards, J. and Jia, X. (2006). Remote Sensing Digital Image Analysis – An Introduction. 4th Ed. Springer Verlag. 455pp.

Schlegel, B.; Gayoso, J. y Guerra, J. (2001). Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. In: Medición de capacidad de captura de carbono en bosques de Chile. Proyecto FONDEF D98I1076. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 15 p.

Scheuder, H. T. and Geissler, P.H. (1999). Plot Designs for Ecological Monitoring of Forest and Range. En: USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-12. Pp 180-185. North American Science Symposium, Mexico.

CAPÍTULO
02

**ACTUALIZACIÓN
DE PLANTACIONES
FORESTALES**





LOS RECURSOS FORESTALES DE PLANTACIONES EN CHILE

Dentro del marco de trabajo del Programa de Monitoreo de Ecosistemas Forestales del Instituto Forestal (INFOR) se encuentra el Inventario Forestal Nacional. Bajo este concepto y herramienta estadística se ubica el Programa de Actualización Permanente de Plantaciones Forestales de INFOR, el cual es uno de los proyectos más antiguos de la institución, cuyos orígenes se remontan a 1980.

Este programa, se sustenta en dos pilares fundamentales: El seguimiento de la cobertura de plantaciones forestales del país (actualización) y el inventario dasométrico-ambiental de las plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad forestal (PYMP).

■ Programa de Actualización de Plantaciones Forestales

La actualización de superficies de plantaciones en pie a diciembre de 2021, se desarrolló durante el año 2022.

Una de las entradas de información del programa se produce a través del convenio de colaboración entre INFOR y empresas forestales asociadas a la Corporación Chilena de la Madera (CORMA), en virtud del cual estas empresas aportan información patrimonial de plantaciones en formato acordado en conjunto con INFOR, información que constituye una fuente de alta importancia, al proveer los antecedentes directos sobre el patrimonio y los terrenos bajo administración de las empresas forestales más relevantes del país, que concentran y explican la mayor participación de la superficie de plantaciones a nivel nacional. Las siguientes empresas forestales participaron en el proceso de actualización 2021:

- Forestal Arauco S.A. (incluye Vista Hermosa inversiones SpA)
- Forestal Mininco S.A.
- Hancock SpA
- Forestal Tregualemu SpA
- Agrícola y Forestal Agua Buena I Ltda.
- Agrícola y Forestal Agua Buena III Ltda.
- Agrícola y Forestal Lincoyán I Ltda.
- Agrícola y Forestal Lincoyán III Ltda.
- Forestal El Astillero Ltda.
- Forestal Aurora SpA
- Lago Lanalhue SpA

Otra entrada importante de información al programa es aquella correspondiente a los Pequeños y Medianos Propietarios forestales (PYMP), grupo conformado tanto por personas naturales como por aquellas empresas que no están en convenio y cuya información es compilada y procesada por INFOR.

En la actualización de plantaciones de PYMP, INFOR utiliza múltiples fuentes de datos e información, como las bases de datos de plantaciones de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), imágenes satelitales, muestreo de verificación de terreno e información histórica.

El año 2022 se realizaron muestreos regionales para comprobar el nivel de cumplimiento de las reforestaciones de PYMP, expresadas en información provista por CONAF. También se complementó información sobre tipos de propietarios, gracias a trabajo en colaboración con CIREN, entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos.

Las imágenes multiespectrales que se utilizaron como base en el período para este propósito corresponden al sensor del satélite Sentinel, cuyas bandas espectrales fueron realizadas a una resolución espacial de 10 x 10 m haciendo uso de su banda pancromática. Estas imágenes fueron procesadas para detectar los cambios temporales ocurridos en las plantaciones forestales de PYMP; así se analizan las ganancias, es decir desarrollo de cobertura forestal en sectores originalmente desprovistos de cobertura arbórea y las pérdidas, que corresponden a la pérdida de cobertura arbórea producida por cosechas, incendios u otros factores. De forma complementaria, se recurrió a material satelital de alta resolución para asistir en la comprobación de superficies cubiertas por plantaciones jóvenes, más difíciles de detectar con material de resolución media.

La información es estructurada en una base de datos común, tanto para empresas como para pequeños y medianos propietarios forestales, tal como se muestra en la Figura 1.

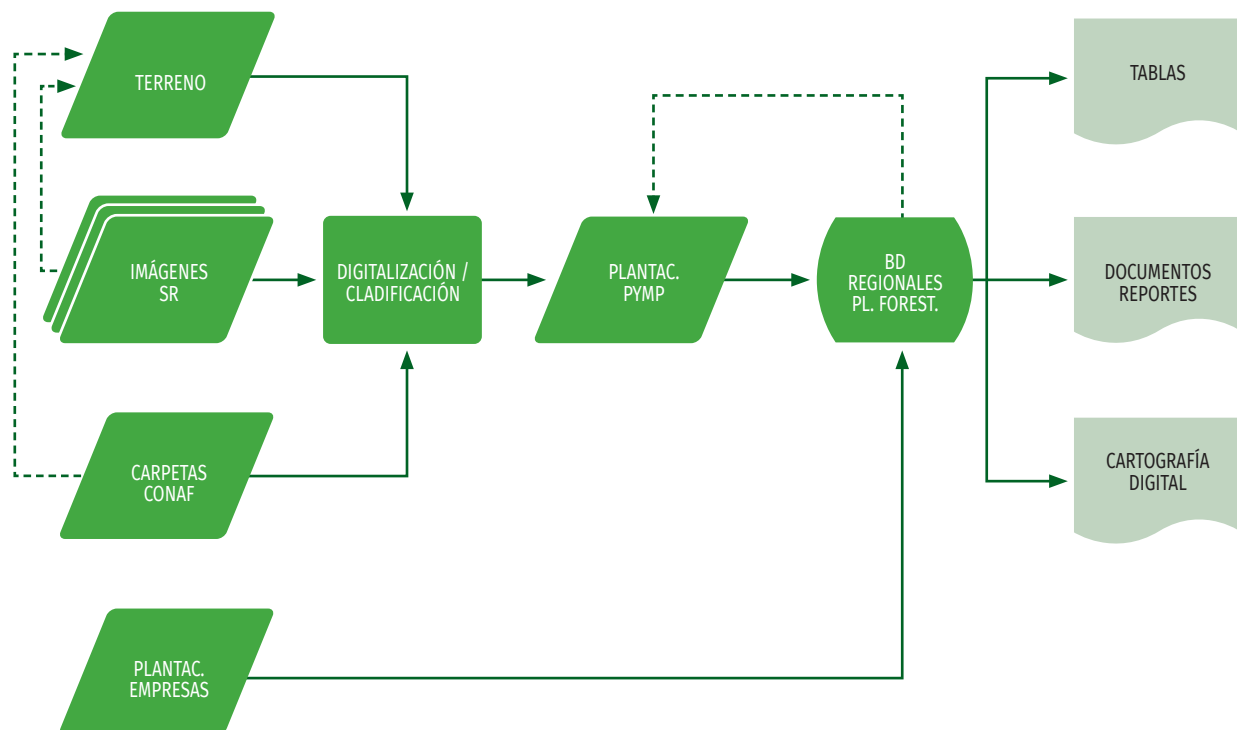


Figura 1
ESQUEMA DE TRABAJO. ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES

Finalmente, los resultados obtenidos se traducen en documentos, reportes y cartografía de plantaciones actualizada, información que se publica en la red institucional.

■ Inventario Dasométrico-Ambiental de las Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad Forestal (PYMP)

El Instituto Forestal cuenta con metodologías para el levantamiento de datos de inventario dasométrico ambiental en plantaciones, aplicables en particular al segmento de Pequeños y Medianos Propietarios forestales (PYMP), el que considera las especies forestales con mayor superficie plantada.

Plantaciones de pino son estratificadas por edad en clases cada cinco años, en tanto para eucaliptos las clases utilizadas se encuentran espaciadas en intervalos de tres años (Cuadros 1 y 2, respectivamente). En ambos casos, la primera clase de edad no es considerada en el inventario.

Cuadro 1
CLASES DE EDAD PARA *Pinus radiata* PYMP

Especie	Código Clase	Clase Edad (años)
<i>Pinus radiata</i>	2	6-10
	3	11-15
	4	16-20
	5	>= 21

Cuadro 2
CLASES DE EDAD PARA *Eucalyptus* PYMP

Especie	Código Clase	Clase Edad (años)
<i>Eucalyptus</i>	7	4-6
	8	7-9
	9	>= 10

Estas unidades muestrales se distribuyen en forma proporcional al tamaño del estrato y son seleccionadas al azar. Cada punto muestral corresponde según diseño a un conglomerado de tres parcelas de radio variable donde este arreglo de tres parcelas se considera una unidad de registro y no una unidad estadística. El método de radio variable se utiliza aquí, en combinación con el método punto planta, geométricamente distribuidas en forma de V, con una distancia de 30 m entre centros de parcelas, tal como se aprecia en la Figura 2.

Las parcelas son de radio variable (Bitterlich), donde la submuestra de altura se selecciona por el esquema muestral punto-planta de sexto orden, es decir, se mide la distancia al sexto árbol más cercano del centro de la parcela y posteriormente se miden las variables DAP-Altura en los seis árboles más cercanos.

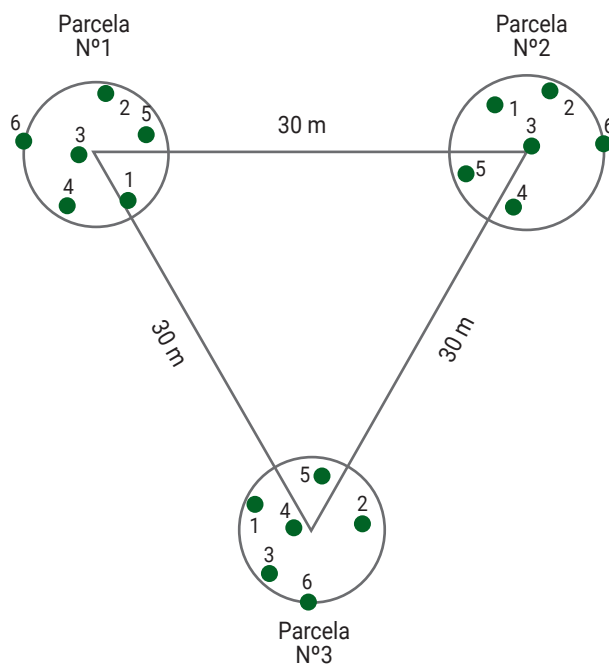


Figura 2

FORMA DEL CONGLOMERADO (DIÁMETRO DE CÍRCULOS ES SOLAMENTE REFERENCIAL)

En la parcela N° 1 se establecen 3 subparcelas de vegetación de 1 m², 2 m² y 3 m², su distribución se muestra en la Figura 3.

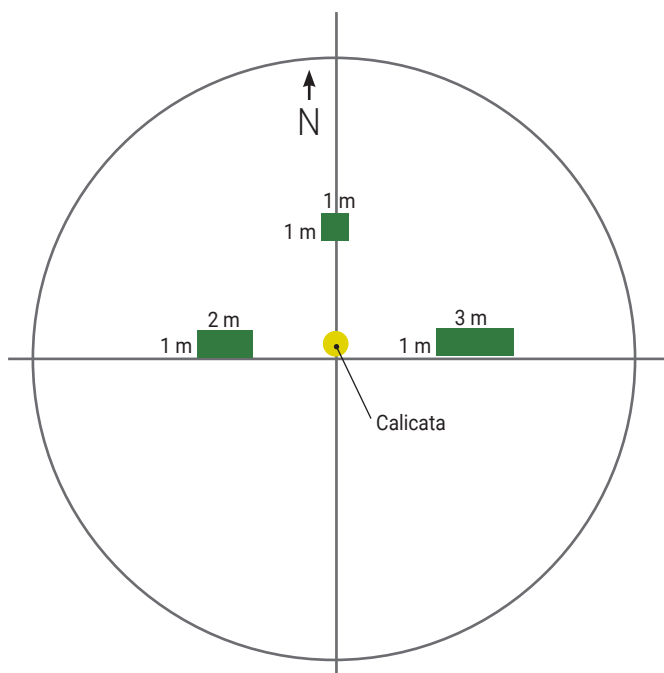


Figura 3

SUBPARCELAS DE VEGETACIÓN

En la primera parcela del conglomerado, se realiza una calicata de 50 cm de profundidad para la descripción del suelo, considerando aspectos de estructura, textura, color, pH y erosión, entre otras variables.

La planificación del inventario considera un sorteo aleatorio restringido con al menos tres puntos de reemplazo, para cada unidad muestral seleccionada. Los criterios utilizados para la ubicación de estos puntos de reemplazo son: que correspondan a la misma especie, también que sea de igual clase de edad y en lo posible esté ubicado a menos de 8 km del punto originalmente seleccionado.

Dentro de los materiales relevantes utilizados en el inventario destaca el uso de capturadores de datos, hipsómetros Vertex (medición de alturas), GPS, huinchas diamétricas, dendrómetros digitales, calibrador de corteza, entre otros.



RESULTADOS

■ El Recurso Plantaciones Forestales en el País

Los cuadros detallados a continuación describen las existencias en superficie de la cobertura de las plantaciones forestales del país a diciembre del 2021. Las plantaciones forestales del país alcanzaron 2,309 millones de hectáreas, lo que implica una disminución en la superficie de plantaciones en pie de 19.958 ha, respecto del año anterior.

En cuanto a las especies más plantadas en Chile, *Pinus radiata* presenta una disminución de superficie de 26.850 ha, en comparación con el año 2020. *Eucalyptus globulus* disminuyó en 4.683 ha; y *Eucalyptus nitens* incrementó su superficie en 5.893 ha, respecto del año anterior.

El detalle de estas plantaciones por región y las principales especies se desglosa en el Cuadro 3.

Cuadro 3
SUPERFICIE DE PLANTACIONES FORESTALES SEGÚN ESPECIE Y REGIÓN
Diciembre 2021

Región	ESPECIE								TOTAL
	<i>Atriplex spp</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Eucalyptus nitens</i>	<i>Eucalyptus híbrido*</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Otras	
	(ha)								
Coquimbo	54.601	2.228	0	0	0	3	0	17.491	74.323
Valparaíso	0	34.369	1	0	0	5.798	0	1.344	41.512
Metropolitana	0	4.721	0	0	0	17	0	408	5.145
O'Higgins	0	43.665	20	0	0	62.152	0	1.096	106.934
Maule	0	51.993	2.471	255	0	354.875	55	3.223	412.873
Ñuble	0	67.642	18.837	6.030	0	187.762	28	1.093	281.391
Biobío	0	187.667	104.184	19.864	408	316.835	156	3.881	632.994
Araucanía	0	141.203	74.467	6.692	2.505	242.247	8.002	2.589	477.705
Los Ríos	0	20.360	56.704	7.838	3	84.136	3.895	2.534	175.471
Los Lagos	0	26.644	29.288	1.093	237	12.751	1.052	483	71.549
Aysén	0	0	7	0	18.524	0	3.426	7.709	29.666
Total ha	54.601	580.493	285.979	41.772	21.677	1.266.576	16.614	41.852	2.309.563

* Corresponde a plantaciones realizadas con el híbrido *Eucalyptus nitens* x *Eucalyptus globulus*, las que se distribuyen entre las regiones de Maule y Los Lagos.

En el caso de las plantaciones de la especie *Pinus radiata* y las del género *Eucalyptus* (incluyendo todas las especies pertenecientes a este género), las superficies por tipo de propietario definidos en este estudio (empresas en convenio y PYMP) y por regiones se describen en Cuadro 4. Las empresas en convenio (las mismas que el año anterior), sufren una importante disminución de 23.770 ha en plantaciones de *Pinus radiata*, la que también disminuye en 3.079 ha para PYMP, respecto de 2020. En tanto, las plantaciones del género *Eucalyptus* presentan un incremento de superficie en el segmento empresas en convenio de 7.751 ha, en PYMP se mantiene muy similar al año 2020.

Cuadro 4
SUPERFICIE DE PLANTACIONES DE *Pinus radiata* y *Eucalyptus* POR REGIÓN Y TIPO DE PROPIETARIO
Diciembre 2021

Región	<i>Pinus radiata</i>		<i>Eucalyptus</i>	
	E. convenio	PYMP	E. convenio	PYMP
	(ha)			
Coquimbo	0,0	3,2	0,0	2.317,9
Valparaíso	0,0	5.797,8	0,0	34.821,4
Metropolitana	0,0	17,0	0,0	4.808,5
O'Higgins	3.667,5	58.484,4	32,4	43.668,7
Maule	218.433,3	136.441,8	10.241,4	44.621,2
Ñuble	140.233,7	47.528,2	30.366,6	62.287,5
Biobío	261.765,7	55.069,3	193.728,5	119.453,9
Araucanía	188.544,9	53.702,0	74.239,6	148.472,3
Los Ríos	77.333,6	6.802,4	40.213,7	45.288,5
Los Lagos	7.402,2	5.349,2	13.400,7	43.827,8
Aysén	0,0	0,0	2,9	5,0
Total	897.380,8	369.195,3	362.225,7	549.572,7

Respecto de las superficies plantadas en los últimos seis años por tipo de propietario y especie, que se encontraban en pie a diciembre de 2021, se aprecia un fuerte incremento de pino, de empresas en convenio, en los años posteriores a los grandes incendios de 2017, para volver a bajar desde 2020. En cambio, la superficie de pino radiata de PYMP presentó una baja significativa en 2021, aunque se debe tener presente que la superficie cosechada y reforestada con esta especie se detecta en la imagen satelital cuando tiene alrededor de 5 años. En el caso de *Eucalyptus globulus*, tanto PYMP como empresas en convenio siguen tendencia a la disminución de los últimos años. La superficie plantada con *Eucalyptus nitens*, muestra una baja en el último año, para ambos tipos de propietarios, tal como se detalla en Cuadro 5.

Cuadro 5
SUPERFICIE POR ESPECIE Y TIPO DE PROPIETARIO
ÚLTIMOS SEIS AÑOS

Año	Pinus radiata		Eucalyptus globulus		Eucalyptus nitens		Total
	E. convenio	PYMP	E. convenio	PYMP	E. convenio	PYMP	
	(ha)						
2016	37.096,9	11.494,1	10.009,0	22.690,9	9.460,1	5.097,8	95.848,8
2017	46.453,8	15.579,8	8.996,7	24.516,7	9.376,7	5.532,4	110.456,0
2018	58.858,1	31.004,4	9.751,2	30.601,5	10.134,9	6.171,8	146.522,0
2019	55.814,7	19.513,0	6.665,6	27.539,9	16.764,4	5.906,4	132.204,0
2020	36.776,4	12.081,2	2.798,4	17.752,3	15.888,0	6.371,4	91.667,7
2021	30.541,3	4.627,4	3.465,2	10.028,6	13.017,3	3.978,6	65.658,3
Total (ha)	265.541,1	94.299,9	41.686,0	133.129,9	74.641,5	33.058,3	642.356,7



■ El Recurso Plantaciones Forestales por Regiones

Tal como se explicó anteriormente, los cuadros presentados a continuación comprenden el resumen de resultados generado a partir de la actualización de superficies a diciembre de 2021.

• Región de Coquimbo

La región de Coquimbo registra un total de 74.323 ha de plantaciones, 573,7 menos que el año 2020; con predominancia de las del género *Atriplex* (73%) y *Acacia saligna* (18%) (Cuadro 6).

Cuadro 6
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE COQUIMBO

Provincia / Comuna	<i>Atriplex spp.</i>	<i>Acacia saligna</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
	(ha)				
La Serena	7,0	382,0	353,0	704,6	1.446,6
La Higuera	38,9	337,1	19,5	13,1	408,5
Coquimbo	13.760,1	3.897,1	258,5	452,2	18.367,9
Andacollo	442,1	6,8	8,4	36,0	493,3
Vicuña	4,2	4,2	36,0	39,9	84,3
Paiguano	0,0	0,8	0,0	2,6	3,4
Prov. Elquí	14.252,3	4.628,1	675,4	1.248,4	20.804,1
Ovalle	13.359,5	4.655,1	639,0	550,0	19.203,5
Monte Patria	1.040,5		126,5	624,3	1.791,3
Punitaqui	924,0	428,0	102,5	154,3	1.608,8
Combarbalá	229,4	113,2	3,1	185,4	531,1
Río Hurtado	60,5	54,4	31,4	54,2	200,5
Prov. Limarí	15.613,9	5.250,7	902,5	1.568,2	23.335,2
Illapel	1.954,1	623,2	90,6	294,6	2.962,5
Salamanca	1,4	58,9	23,3	123,5	207,0
Los Vilos	9.100,9	535,4	452,4	137,9	10.226,6
Canela	13.678,2	2.267,9	83,9	757,8	16.787,8
Prov. Choapa	24.734,6	3.485,4	650,2	1.313,8	30.184,0
Total	54.600,7	13.364,1	2.228,1	4.130,4	74.323,3

Las plantaciones que más disminuyeron, respecto del año anterior, correspondieron a *Eucalyptus globulus* con 434,8 ha menos, seguido de *Acacia saligna* con 92,9 ha, y *Atriplex spp* con 55 ha.

La distribución de años de plantación por especies se detalla en el Cuadro 7.

Cuadro 7
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE COQUIMBO

Año	<i>Atriplex spp.</i>	<i>Acacia saligna</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
	(ha)				
S/I*	223,2	0,0	0,0	0,0	223,2
<2001	44.562,7	1.297,2	1.260,9	1.787,3	48.908,0
2001	1.834,2	398,9	34,0	152,3	2.419,4
2002	2.228,2	2.147,2	15,2	196,5	4.587,2
2003	1.528,4	1.979,4	18,4	147,3	3.673,6
2004	1.226,9	2.339,3	47,9	620,8	4.234,8
2005	393,0	2.330,4	8,8	615,4	3.347,6
2006	526,8	2.092,9	13,3	110,1	2.743,1
2007	28,6	605,2	32,7	295,4	962,0
2008	529,3	150,9	39,8	137,9	857,8
2009	378,2	20,1	193,1	55,6	647,1
2010	937,6	0,0	133,3	0,0	1.070,9
2011	203,4	0,0	28,7	1,6	233,7
2012	0,0	0,0	57,7	0,0	57,7
2013	0,0	0,0	32,0	0,0	32,0
2014	0,0	2,7	21,8	0,0	24,5
2015	0,0	0,0	54,5	10,1	64,6
2016	0,0	0,0	45,3	0,0	45,3
2017	0,0	0,0	91,3	0,0	91,3
2018	0,0	0,0	24,1	0,0	24,1
2019	0,0	0,0	28,3	0,0	28,3
2020	0,0	0,0	15,7	0,0	15,7
2021	0,0	0,0	31,3	0,0	31,3
Total	54.600,7	13.364,1	2.228,1	4.130,4	74.323,3

(*) S/I: Sin Información de año de plantación

En esta región se detectó cambio de uso del suelo a urbano o agrícola de 1.139 ha.

• Región de Valparaíso

La región de Valparaíso contabiliza 41.512 ha de plantaciones forestales a diciembre de 2021, esto es 1.306 ha menos que el año anterior.

En la región predominan las plantaciones con la especie *Eucalyptus globulus*, que representan el 82,8% de la superficie regional de plantaciones en pie.

Cuadro 8
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE VALPARAÍSO

Provincia / Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
	(ha)			
La Ligua	269,2	828,9	410,5	1.508,6
Cabildo	0,0	3,3	0,0	3,3
Zapallar	24,1	596,8	19,0	639,9
Papudo	79,9	174,8	617,4	872,1
Prov. Petorca	373,2	1.603,8	1.046,9	3.023,9
Valparaíso	1.550,9	4.708,8	202,0	6.461,6
Viña del Mar	122,2	148,5	0,0	270,7
Casablanca	2.158,3	7.135,0	2,6	9.295,9
Quintero	28,2	764,9	0,0	793,1
Puchuncaví	92,9	1.736,2	0,0	1.829,1
Concón	65,0	342,4	2,2	409,7
Prov. Valparaíso	4.017,5	14.835,8	206,8	19.060,1
Villa Alemana	0,0	30,4	0,0	30,4
Quilpué	15,7	1.069,3	0,0	1.084,9
Limache	0,0	681,6	0,0	681,6
Olmué	0,0	69,3	8,6	77,9
Prov. Marga Marga	15,7	1.850,6	8,6	1.874,9

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

San Antonio	221,3	3.009,4	10,8	3.241,5
Santo Domingo	400,3	4.667,5	12,5	5.080,2
Cartagena	40,7	3.056,7	0,0	3.097,4
El Tabo	115,4	3.201,7	2,5	3.319,6
El Quisco	328,0	781,5	1,0	1.110,6
Algarrobo	281,9	1.131,4	47,8	1.461,1
Prov. San Antonio	1.387,7	15.848,2	74,5	17.310,4
Quillota	0,0	54,5	0,0	54,5
Nogales	0,0	12,4	0,0	12,4
Hijuelas	3,7	54,0	0,0	57,7
La Calera	0,0	1,5	0,0	1,5
Prov. Quillota	3,7	122,5	0,0	126,2
Panquehue	0,0	32,0	0,0	32,0
Catemu	0,0	57,1	0,0	57,1
Llaillay	0,0	19,1	0,0	19,1
Prov. San Felipe	0,0	108,2	0,0	108,2
Calle Larga	0,0	0,0	0,0	0,0
San Esteban	0,0	0,0	8,3	8,3
Prov. Los Andes	0,0	0,0	8,3	8,3
Total	5.797,8	34.369,1	1.345,1	41.512,0

Cuadro 9

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE VALPARAÍSO

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
	(ha)			
<2001	3.652,2	3.148,8	498,2	7.299,3
2001	276,5	1.015,7	9,7	1.301,9
2002	231,1	918,5	28,3	1.177,8
2003	160,7	1.180,2	77,8	1.418,7
2004	113,5	1.626,3	97,1	1.836,8
2005	135,9	1.840,9	135,4	2.112,3
2006	76,3	1.924,4	0,0	2.000,8
2007	277,3	1.549,6	0,0	1.826,8
2008	61,8	915,8	18,0	995,6
2009	108,6	1.672,8	0,0	1.781,4
2010	139,5	3.266,2	43,0	3.448,8
2011	87,8	2.784,6	63,3	2.935,7
2012	68,4	2.762,4	25,1	2.856,0
2013	87,2	1.151,4	0,0	1.238,6
2014	37,6	1.655,5	2,0	1.695,1
2015	105,3	1.372,6	0,0	1.477,9
2016	72,6	1.636,1	1,0	1.709,7
2017	20,3	1.226,4	2,8	1.249,5
2018	33,0	650,9	172,6	856,4
2019	8,8	971,5	0,0	980,3
2020	29,8	787,4	12,2	829,5
2021	13,6	311,0	158,5	483,1
Total	5.797,8	34.369,1	1.345,1	41.512,0

La superficie con *Eucalyptus globulus* tuvo la mayor disminución respecto del año 2020, con 1.443 ha.

Se detectó cambio de uso del suelo, principalmente a uso urbano (parcelas) en PYMP de 1.556 ha.

• Región Metropolitana

Esta región acumula 5.145 hectáreas de plantaciones forestales, 381 ha menos que el año anterior. La actividad forestal de la región se concentra en la provincia de Melipilla (74% de la superficie).

Cuadro 10

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN METROPOLITANA

Provincia / Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
	(ha)			
Recoleta	0,0	287,3	0,0	287,3
Pudahuel	0,0	29,9	109,0	138,9
Prov. Santiago	0,0	317,2	109,0	426,2
Colina	0,0	152,1	0,0	152,1
Lampa	0,0	9,3	0,0	9,3
Tiltil	0,0	398,8	92,4	491,2
Prov. Chacabuco	0,0	560,2	92,4	652,6
Puente Alto	0,0	4,4	0,0	4,4
San José de Maipo	12,4	17,6	0,0	30,0
Pirque	0,0	22,9	0,0	22,9
Prov. Cordillera	12,4	44,9	0,0	57,3
Buin	0,0	7,2	0,0	7,2
Paine	0,0	47,2	5,3	52,5
Prov. Maipo	0,0	54,4	5,3	59,7
Melipilla	0,6	343,4	15,2	359,3
María Pinto	0,0	16,6	0,0	16,6
Curacaví	0,0	107,2	0,0	107,2
Alhué	0,0	23,3	111,2	134,5
San Pedro	4,0	3.122,6	69,9	3.196,4
Prov. Melipilla	4,6	3.613,1	196,3	3.814,0
Talagante	0,0	43,2	0,0	43,2
Isla de Maipo	0,0	68,9	4,9	73,8
El Monte	0,0	18,7	0,0	18,7
Prov. Talagante	0,0	130,8	4,9	135,7
Total	17,0	4.720,5	408,0	5.145,4

Eucalyptus globulus es la principal especie plantada en la región Metropolitana, y también la que sufrió la mayor disminución (402 ha) respecto del año 2020.

Cuadro 11

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN METROPOLITANA

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
	(ha)			
<2001	16,3	443,9	11,6	471,9
2001	0,0	66,4	0,0	66,4
2002	0,0	57,0	25,9	83,0
2003	0,0	84,1	0,0	84,1
2004	0,0	52,2	14,1	66,3
2005	0,0	41,4	25,2	66,6
2006	0,0	57,4	0,0	57,4
2007	0,0	210,7	77,1	287,9
2008	0,6	293,6	131,2	425,4
2009	0,0	213,2	55,5	268,7
2010	0,0	500,0	43,1	543,1
2011	0,0	339,9	16,1	356,0
2012	0,0	329,7	3,1	332,8
2013	0,0	297,5	0,0	297,5
2014	0,0	228,0	0,0	228,0
2015	0,0	478,6	0,0	478,6
2016	0,0	429,6	0,0	429,6
2017	0,0	235,9	0,0	235,9
2018	0,0	86,3	0,0	86,3
2019	0,0	171,7	4,9	176,6
2020	0,0	67,9	0,0	67,9
2021	0,0	35,5	0,0	35,5
Total	17,0	4.720,5	408,0	5.145,4

En la región Metropolitana, se registraron 170 hectáreas de PYMP que cambiaron a otros usos del suelo.

• Región de O'Higgins

La región de O'Higgins presentó un total regional de 106.934 ha de plantaciones forestales, 2.396 ha más que el año anterior.

En la región predomina *Pinus radiata* con 58% de la superficie plantada en pie y en la provincia Cardenal Caro se concentra 79% de la actividad forestal regional.

Cuadro 12

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE O'HIGGINS

Provincia / Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
Machalí	0,0	41,1	0,0	0,0	41,1
Graneros	44,1	53,8	0,0	0,0	97,9
Mostazal	0,0	240,5	0,0	3,9	244,5
Doñihue	0,0	19,2	0,0	21,4	40,6
Coltauco	0,0	32,9	0,0	415,7	448,5
Codegua	0,0	152,1	0,0	0,0	152,1
Peumo	0,0	18,7	0,0	3,4	22,1
Las Cabras	74,5	305,2	0,0	17,7	397,4
San Vicente	0,0	83,6	0,0	9,2	92,9
Pichidegua	0,0	29,1	0,0	0,0	29,1
Rengo	0,0	183,8	0,0	5,7	189,6
Requinoa	0,0	323,5	0,0	34,3	357,8
Olivar	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7
Malloa	0,0	40,2	0,0	9,4	49,7
Coinco	0,0	12,1	0,0	280,7	292,8
Quinta Tilcoco	0,0	12,1	0,0	6,7	18,8
Prov. Cachapoal	118,6	1.548,1	0,0	809,9	2.476,6
San Fernando	763,5	145,8	13,7	1,5	924,5
Chimbarongo	13,9	160,9	0,0	0,0	174,8
Nancagua	0,0	18,5	0,0	0,0	18,5
Placilla	0,0	32,5	0,0	1,6	34,0
Santa Cruz	1.268,0	309,8	0,0	0,0	1.577,8
Lolol	4.609,4	2.929,6	0,0	17,4	7.556,4
Palmilla	0,0	27,6	0,0	0,0	27,6
Peralillo	314,7	551,9	0,0	0,0	866,6
Chépica	2.417,1	505,5	0,0	26,6	2.949,2
Pumanque	2.679,5	3.458,5	0,0	2,2	6.140,2
Prov. Colchagua	12.066,1	8.140,5	13,7	49,3	20.269,7
Pichilemu	20.818,3	11.006,2	6,7	141,4	31.972,5
Navidad	742,7	3.075,8	0,0	0,0	3.818,5
Litueche	4.713,8	5.506,2	0,0	56,3	10.276,4
La Estrella	850,2	1.089,8	0,0	9,0	1.949,0
Marchigüe	7.958,1	5.438,9	0,0	0,0	13.397,0
Paredones	14.884,0	7.860,0	0,0	30,2	22.774,2
Prov. Cardenal Caro	49.967,2	33.976,9	6,7	236,9	84.187,6
Total	62.151,9	43.665,5	20,4	1.096,1	106.933,9

Cuadro 13

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE O'HIGGINS

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
<2001	9.772,4	2.790,2	13,7	140,9	12.717,2
2001	1.943,2	320,3	0,0	5,3	2.268,8
2002	2.204,4	795,3	0,0	35,9	3.035,6
2003	1.623,2	1.015,1	0,0	9,5	2.647,8
2004	1.220,9	1.061,2	0,0	43,9	2.325,9
2005	1.567,5	1.740,6	0,0	25,2	3.333,3
2006	1.290,7	1.122,3	0,0	17,8	2.430,8
2007	1.583,3	2.567,9	0,0	52,5	4.203,7
2008	2.010,9	3.531,0	0,0	108,9	5.650,8
2009	1.881,7	4.095,4	0,0	99,5	6.076,6
2010	3.697,2	2.861,9	0,0	192,7	6.751,9
2011	1.379,8	2.175,9	0,0	61,0	3.616,7
2012	2.301,6	3.784,3	6,7	38,3	6.130,8
2013	2.137,0	2.006,8	0,0	37,8	4.181,6
2014	1.690,4	1.880,0	0,0	18,6	3.589,0
2015	948,6	1.435,0	0,0	10,6	2.394,1
2016	869,4	1.103,3	0,0	9,9	1.982,6
2017	2.863,8	2.424,2	0,0	1,9	5.290,0
2018	6.170,8	4.733,1	0,0	102,4	11.006,3
2019	9.877,6	1.734,7	0,0	46,0	11.658,4
2020	4.464,3	410,2	0,0	26,6	4.901,0
2021	653,1	77,0	0,0	10,8	740,8
Total	62.151,9	43.665,5	20,4	1.096,1	106.933,9

Es notable la baja reforestación del último año, tanto para *Pinus radiata* como para *Eucalyptus globulus*.

Se detectaron 704 ha que cambiaron del uso plantaciones forestales pertenecientes a PYMP, que cambiaron a otros usos del suelo.

• Región del Maule

La región del Maule presentó 412.873 ha de plantaciones a diciembre del 2021, esto es 6.455 ha menos que el período anterior. Se destaca la provincia de Talca, que concentra el 42% de la superficie regional de plantaciones forestales.

Predomina en la región *Pinus radiata* con el 87% de la superficie plantada. Las plantaciones de *Pinus radiata* disminuyeron en 5.532 hectáreas respecto del año 2020. En tanto, la superficie de *Eucalyptus globulus* disminuyó en 758 ha.

Cuadro 14

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DEL MAULE

Provincia / Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
Curicó	1.370,3	276,1	0,0	0,0	1.646,4
Teno	108,3	95,2	0,0	0,0	203,5
Romeral	1.497,3	137,2	11,4	0,0	1.646,0
Rauco	320,5	22,2	0,0	0,0	342,7
Licantén	8.615,0	1.269,3	0,0	0,0	9.884,3
Vichuquén	12.900,4	4.573,0	0,0	98,5	17.571,9
Hualañé	14.288,7	1.098,9	0,0	7,6	15.395,2
Molina	4.498,8	521,7	254,4	4,4	5.279,3
Sagrada Familia	4.992,5	90,5	0,0	0,0	5.083,0
Prov. Curicó	48.591,9	8.084,1	265,8	110,5	57.052,3
Talca	80,4	89,5	0,0	7,9	177,8
San Clemente	12.320,5	1.076,1	1.008,6	52,7	14.458,0
Pelarco	3.600,5	743,3	177,5	1,8	4.523,1
Río Claro	3.086,8	636,9	111,7	10,6	3.846,1
Pencahue	23.543,8	888,7	5,6	11,8	24.450,0
Maule	226,9	87,1	0,0	0,0	314,0
Curepto	33.082,6	1.858,5	8,4	20,6	34.970,1
Constitución	53.276,3	7.023,1	1,4	449,4	60.750,1
Empedrado	27.232,9	735,8	0,0	519,2	28.488,0
San Rafael	356,5	327,3	230,3	1,0	915,1
Prov. Talca	156.807,2	13.466,5	1.543,6	1.074,9	172.892,2

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

Linares	5.428,8	958,1	0,0	6,2	6.393,1
Yerbas Buenas	138,9	320,1	217,5	0,7	677,2
Colbún	3.620,7	955,5	78,8	28,8	4.683,8
Longaví	15.278,2	546,6	181,3	25,9	16.032,0
Parral	18.077,2	1.073,3	111,9	127,4	19.389,7
Retiro	3.308,5	3.059,1	32,8	1.792,9	8.193,2
Villa Alegre	6,9	118,2	0,0	1,4	126,4
San Javier	27.424,3	1.772,6	0,0	135,0	29.331,9
Prov. Linares	73.283,3	8.803,5	622,4	2.118,2	84.827,4
Cauquenes	48.763,7	14.466,9	36,5	115,1	63.382,2
Pelluhue	10.015,1	3.739,9	1,4	91,6	13.848,0
Chanco	17.413,9	3.432,2	1,2	23,8	20.871,1
Prov. Cauquenes	76.192,7	21.639,0	39,1	230,6	98.101,4
Total	354.875,2	51.993,0	2.470,9	3.534,2	412.873,2



Fotografía: Cristian Aguirre.

Cuadro 15

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DEL MAULE

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
<2001	43.372,3	1.386,2	88,1	843,7	45.690,3
2001	6.228,2	420,4	0,0	134,4	6.783,0
2002	8.008,8	688,7	22,0	35,9	8.755,5
2003	8.369,9	1.423,3	0,0	50,4	9.843,6
2004	11.961,1	1.362,2	35,5	83,7	13.442,5
2005	13.361,0	2.942,3	2,0	70,8	16.376,1
2006	14.600,8	2.335,8	101,1	31,3	17.068,9
2007	13.802,2	3.974,0	103,5	30,0	17.909,7
2008	12.267,1	2.384,2	32,8	73,7	14.757,8
2009	12.833,1	2.796,7	35,7	36,5	15.702,0
2010	10.916,2	2.247,7	238,3	100,6	13.502,8
2011	9.314,6	2.518,0	364,3	128,6	12.325,4
2012	10.582,1	3.955,3	333,2	54,1	14.924,6
2013	10.256,9	1.806,6	270,7	70,1	12.404,2
2014	12.769,4	3.172,6	456,8	285,8	16.684,7
2015	11.840,0	2.082,2	0,0	175,1	14.097,3
2016	13.674,5	1.987,1	0,0	351,4	16.012,9
2017	26.837,0	4.516,0	123,2	313,7	31.790,0
2018	43.342,0	4.046,0	2,8	278,8	47.669,6
2019	29.815,7	3.397,8	217,5	157,3	33.588,4
2020	17.348,6	1.408,6	43,4	98,2	18.898,9
2021	13.373,6	1.141,3	0,0	130,2	14.645,1
Total	354.875,2	51.993,0	2.470,9	3.534,2	412.873,2

Se registraron 256 ha de plantaciones pertenecientes a PYMP que cambiaron a otros usos del suelo (agrícola y urbano) en esta región.

• Región de Ñuble

La región de Ñuble totalizó 281.391 ha de plantaciones forestales en el año 2021, esto es 5.145 ha menos que al año anterior.

Las provincias del Itata y Diguillín concentran mayor superficie de *Pinus radiata*. Mientras que *Eucalyptus globulus* tiene el 54% de su superficie regional en la provincia de Itata. En las provincias de Punilla y Diguillín, se concentran las plantaciones con *Eucalyptus nitens*.

Respecto del año anterior, la superficie en pie de *Pinus radiata* decreció en 4.323 ha; la de *Eucalyptus globulus* bajó en 2.037 ha, mientras que la de *Eucalyptus nitens* aumentó en 815 ha.

Cuadro 16
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE ÑUBLE

Provincia / Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
Chillán	3.959,8	2.016,9	4,8	164,6	6.146,1
Pinto	2.922,4	837,5	973,5	220,6	4.954,1
Bulnes	1.727,4	2.685,2	149,8	21,0	4.583,4
San Ignacio	2.276,6	927,6	296,7	44,0	3.545,0
Quillón	4.354,6	5.241,3	0,4	116,0	9.712,3
Yungay	21.276,1	402,2	4.000,9	861,5	26.540,7
Pemuco	22.408,9	1.208,8	1.205,1	695,4	25.518,3
El Carmen	5.600,4	988,2	1.780,8	104,1	8.473,5
Chillán Viejo	4.636,0	3.812,3	6,3	9,9	8.464,5
Prov. Diguillín	69.162,2	18.120,1	8.418,3	2.237,2	97.937,8
Quirihue	21.078,4	7.028,3	80,6	279,4	28.466,8
Ninhue	10.831,8	4.968,0	2,2	12,5	15.814,5
Portezuelo	7.675,3	2.267,9	3,0	59,8	10.006,0
Cobquecura	12.551,0	10.052,8	365,5	913,9	23.883,2
Trehuaco	7.981,7	3.138,1	67,3	253,7	11.440,8
Ranquil	5.621,9	2.625,2	185,9	26,7	8.459,7
Coelemu	8.118,4	6.319,5	157,2	1.336,8	15.931,9
Prov. Itata	73.858,6	36.399,7	861,7	2.882,8	114.002,9
Coihueco	22.175,7	1.968,4	6.188,4	1.085,6	31.418,2
San Carlos	6.075,1	3.208,6	266,4	59,6	9.609,7
Ñiquén	3.731,3	1.497,8	536,2	381,5	6.146,7
San Fabián	5.341,6	319,5	2.463,7	494,7	8.619,4
San Nicolás	7.417,5	6.127,9	102,2	8,6	13.656,2
Prov. Punilla	44.741,0	13.122,2	9.556,9	2.030,0	69.450,2
Total	187.761,8	67.642,1	18.837,0	7.150,1	281.390,9

Cuadro 17

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE ÑUBLE

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
<2001	18.850,9	687,7	78,4	411,6	20.028,6
2001	3.379,0	448,1	45,1	15,3	3.887,5
2002	5.962,4	439,6	1,6	30,8	6.434,5
2003	6.035,3	776,0	65,5	38,7	6.915,4
2004	6.323,9	1.722,9	146,1	27,6	8.220,4
2005	7.322,3	3.276,2	110,9	3,4	10.712,8
2006	8.157,5	3.270,4	509,5	32,7	11.970,2
2007	8.582,8	3.410,3	316,2	7,5	12.316,9
2008	9.979,6	1.543,6	437,3	15,4	11.975,9
2009	9.135,0	3.780,5	655,1	38,1	13.608,7
2010	10.286,4	2.855,0	1.213,5	194,1	14.549,0
2011	7.415,4	3.433,0	1.464,6	23,7	12.336,8
2012	10.693,4	4.559,7	1.938,7	40,0	17.231,8
2013	9.219,6	4.854,5	1.903,5	84,2	16.061,8
2014	7.151,6	3.317,2	1.509,6	53,0	12.031,4
2015	8.181,8	4.933,7	1.527,7	572,6	15.215,8
2016	6.906,0	5.302,6	818,8	1.018,1	14.045,5
2017	7.702,3	3.566,7	522,9	1.236,4	13.028,4
2018	11.947,3	3.733,6	856,3	1.668,5	18.205,7
2019	12.086,9	4.881,7	2.401,5	664,9	20.035,0
2020	7.072,8	4.128,9	986,8	625,9	12.814,3
2021	5.369,7	2.720,3	1.327,1	347,6	9.764,6
Total	187.761,8	67.642,1	18.837,0	7.150,1	281.390,9

En cuanto a cambio de uso del suelo, 435 ha dejaron de tener plantaciones forestales PYMP para cambiar a otros usos del suelo (urbano y agrícola principalmente).

• Región del Biobío

La región del Biobío concentra la mayor superficie de plantaciones a nivel nacional, con 632.994 ha y disminuye en 477 ha respecto del año anterior.

La provincia del Biobío destaca como la de mayor superficie plantada en la región (47%). Las plantaciones de *Eucalyptus globulus*, se concentran en la provincia de Arauco (49%).

La superficie total plantada con *Pinus radiata* disminuyó en 12.731 ha, respecto del año anterior, en cambio la de *Eucalyptus globulus* se incrementó en 3.377 ha, *Eucalyptus nitens* aumentó en 6.235 ha y también las “otras especies”, que incluyen al híbrido de *Eucalyptus*, creció en 2.642 ha.

Cuadro 18
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DEL BIOBÍO

Provincia / Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
Concepción	2.695,5	3.680,5	27,1	570,6	6.973,7
Penco	1.091,1	2.893,3	30,7	373,8	4.388,9
Hualqui	11.820,6	7.055,9	500,8	473,5	19.850,9
Florida	8.391,5	8.939,7	259,9	1.545,5	19.136,6
Tomé	6.062,7	13.297,9	238,4	2.196,5	21.795,5
Talcahuano	244,3	1.055,0	0,0	0,8	1.300,1
Coronel	4.615,0	5.305,1	695,1	386,7	11.002,0
Lota	1.438,1	3.530,5	350,0	122,3	5.440,9
Santa Juana	12.746,1	10.488,1	4.865,2	498,6	28.597,9
Chiguayante	229,6	864,0	14,7	0,0	1.108,3
San Pedro de la Paz	2.414,3	1.018,5	87,8	0,0	3.520,6
Hualpén	75,8	360,0	0,0	46,5	482,3
Prov. Concepción	51.824,6	58.488,5	7.069,6	6.214,8	123.597,5
Arauco	11.287,1	21.694,4	2.911,8	961,9	36.855,1
Curanilahue	28.453,1	15.699,6	12.685,6	2.913,6	59.751,8
Lebu	7.161,0	15.910,8	2.326,3	433,0	25.831,2
Los Álamos	11.513,7	8.447,1	315,9	1.059,4	21.336,1
Cañete	14.949,1	9.421,9	2.221,7	156,5	26.749,2
Contulmo	9.472,6	13.539,8	632,5	52,3	23.697,1
Tirúa	10.157,1	6.826,2	237,0	13,6	17.233,9
Prov. Arauco	92.993,6	91.539,9	21.330,9	5.590,2	211.454,5

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

Los Ángeles	29.619,4	2.486,9	1.746,6	333,1	34.186,0
Santa Bárbara	12.395,0	1.265,5	15.485,7	384,3	29.530,5
Laja	10.793,2	2.482,2	784,8	476,8	14.537,1
Quilleco	27.659,3	959,0	9.669,9	296,5	38.584,6
Nacimiento	8.908,2	11.695,5	9.905,4	3.828,9	34.338,0
Negrete	130,6	1.049,3	486,5	807,0	2.473,3
Mulchén	28.556,6	11.920,5	22.403,9	4.973,2	67.854,1
Quilaco	8.298,4	976,8	6.010,1	560,8	15.846,1
Yumbel	15.530,3	3.289,4	168,3	213,3	19.201,3
Cabrero	16.867,6	861,8	431,6	92,9	18.253,9
San Rosendo	3.197,9	422,9	30,6	21,4	3.672,9
Tucapel	8.377,0	150,0	7.972,6	229,6	16.729,3
Antuco	1.312,0	76,8	572,3	266,2	2.227,2
Alto Biobío	371,4	1,9	115,0	19,9	508,3
Prov. Biobío	172.016,8	37.638,5	75.783,2	12.503,9	297.942,4
Total	316.835,0	187.666,9	104.183,7	24.308,9	632.994,4

Cuadro 19

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DEL BIOBÍO

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
<2001	50.218,3	12.892,4	2.230,3	2.463,9	67.805,0
2001	8.354,8	4.152,5	228,3	3,2	12.738,8
2002	9.431,3	4.098,8	163,2	22,5	13.715,8
2003	13.931,6	4.086,4	421,4	67,2	18.506,6
2004	15.481,0	3.657,5	434,3	89,0	19.661,7
2005	16.141,8	4.969,8	346,7	74,9	21.533,2
2006	16.631,3	5.732,3	1.347,4	45,5	23.756,6
2007	17.229,3	6.857,1	2.372,1	103,1	26.561,7
2008	15.958,2	5.978,1	6.092,7	94,4	28.123,4

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

2009	14.106,7	5.558,7	6.664,4	103,2	26.433,0
2010	12.538,9	6.300,7	6.530,2	104,3	25.474,0
2011	11.401,3	9.023,8	7.792,8	128,2	28.346,1
2012	9.635,8	12.075,1	7.575,8	175,5	29.462,3
2013	10.123,3	13.006,4	7.179,8	169,4	30.478,9
2014	10.166,5	15.103,2	5.469,5	208,9	30.948,1
2015	11.616,0	13.171,2	5.826,1	586,7	31.200,1
2016	14.223,4	11.175,5	6.046,2	1.023,9	32.468,9
2017	11.447,2	12.411,7	6.850,5	3.448,5	34.157,9
2018	17.294,9	14.886,2	5.122,8	5.691,9	42.995,9
2019	12.796,0	12.070,2	8.127,0	3.676,4	36.669,5
2020	8.442,6	5.552,6	9.797,0	2.998,3	26.790,5
2021	9.664,8	4.906,8	7.565,1	3.029,8	25.166,5
Total	316.835,0	187.666,9	104.183,7	24.308,9	632.994,4

Se detectaron 3.329 ha pertenecientes a PYMP que cambiaron a otros usos del suelo en la región.

• Región de La Araucanía

Esta región contabiliza 477.705 hectáreas de plantaciones forestales al año 2021, lo que implica una disminución de 2.331 respecto del año anterior.

Plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* presentaron disminución de superficie en 2.722 y 2.242 ha, respectivamente. En tanto, la superficie plantada con *Eucalyptus nitens* presentó un incremento total de 1.239 ha, también “otras especies” aumentó en 1.394 ha respecto del año 2020.

Cuadro 20
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Provincia / Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
Angol	17.229,8	15.928,7	8.802,1	2.383,8	44.344,4
Purén	3.745,2	7.807,9	152,8	12,6	11.718,5
Los Sauces	14.039,2	23.072,6	2.588,4	457,3	40.157,5
Renaico	930,3	3.357,8	3.369,6	553,7	8.211,4

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

Collipulli	22.892,0	5.101,4	15.036,1	2.069,5	45.099,1
Ercilla	5.489,2	3.374,0	4.678,3	15,3	13.556,9
Traiguén	9.032,1	12.137,7	2.084,4	701,4	23.955,6
Lumaco	30.796,0	14.874,9	479,9	123,4	46.274,1
Victoria	9.931,8	325,7	7.182,9	50,8	17.491,1
Curacautín	2.248,0	180,5	6.841,6	246,6	9.516,6
Lonquimay	2,8	15,8	0,0	2.326,2	2.344,8
Prov. Malleco	116.336,4	86.177,1	51.216,0	8.940,5	262.670,0
Temuco	5.407,3	2.352,1	304,5	159,0	8.223,0
Vilcún	5.314,6	510,9	2.843,8	1.064,6	9.734,0
Freire	1.617,8	471,4	628,5	364,6	3.082,3
Cunco	10.749,1	731,0	4.749,9	236,5	16.466,5
Lautaro	6.563,0	2.991,5	4.829,1	237,3	14.620,9
Perquenco	566,3	928,3	303,6	0,0	1.798,2
Galvarino	6.581,6	8.733,2	266,5	31,4	15.612,7
Nueva Imperial	6.277,2	7.092,7	534,4	30,0	13.934,4
Carahue	29.425,9	6.379,8	1.113,9	435,3	37.354,8
Saavedra	561,5	1.170,7	0,0	0,0	1.732,2
Pitrufquén	1.042,8	2.427,1	255,0	16,7	3.741,6
Gorbea	12.754,7	5.177,1	515,5	229,2	18.676,5
Toltén	14.661,6	4.982,8	1.586,5	613,0	21.843,8
Loncoche	11.536,9	3.272,6	3.638,6	1.815,1	20.263,2
Villarrica	1.150,2	286,4	601,2	5.239,8	7.277,5
Pucón	146,3	27,4	207,5	238,9	620,1
Melipeuco	2.751,6	0,0	127,6	53,8	2.933,0
Curarrehue	2,7	0,0	23,9	9,0	35,5
Teodoro Schmidt	2.808,0	1.049,3	356,2	12,2	4.225,7
Padre Las Casas	1.213,9	407,1	111,0	0,4	1.732,4
Chol Chol	4.777,5	6.034,9	253,8	60,2	11.126,4
Prov. Cautín	125.910,4	55.026,3	23.250,9	10.846,9	215.034,5
Total	242.246,9	141.203,4	74.466,9	19.787,4	477.704,6

Cuadro 21

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
<2001	50.195,4	7.116,2	3.609,2	6.392,8	67.313,6
2001	6.417,7	1.736,4	522,8	10,8	8.687,7
2002	7.000,8	2.028,5	410,1	123,1	9.562,5
2003	6.901,9	3.677,5	1.244,6	337,8	12.161,8
2004	9.311,3	3.986,0	405,4	229,0	13.931,8
2005	11.479,1	9.245,9	1.012,9	687,9	22.425,8
2006	11.463,7	8.252,8	675,0	716,1	21.107,6
2007	10.789,0	4.629,0	1.160,7	526,6	17.105,3
2008	10.440,3	6.041,2	2.114,3	392,1	18.987,9
2009	8.386,5	5.532,4	5.412,7	348,1	19.679,6
2010	9.659,8	8.331,5	5.245,6	438,6	23.675,5
2011	8.454,8	6.623,9	4.436,7	211,6	19.727,1
2012	9.320,5	8.952,0	3.856,7	604,3	22.733,6
2013	8.893,0	6.504,5	4.295,4	312,1	20.005,1
2014	8.500,9	7.044,6	4.841,8	304,3	20.691,5
2015	10.487,1	10.166,4	4.393,2	436,5	25.483,2
2016	10.248,6	8.706,8	3.979,8	1.263,9	24.199,1
2017	10.160,8	6.421,7	3.444,6	1.621,1	21.648,2
2018	9.492,9	9.468,8	6.000,3	1.114,9	26.076,8
2019	9.565,5	8.288,6	6.490,6	1.318,3	25.663,1
2020	10.303,8	5.405,4	6.745,6	537,8	22.992,7
2021	4.773,4	3.043,2	4.168,7	1.859,8	13.845,1
Total	242.246,9	141.203,4	74.466,9	19.787,4	477.704,6

Se registraron 2.592 ha pertenecientes a PYMP que cambiaron a otros usos del suelo en la región.

• Región de Los Ríos

Esta región presentó 175.471 hectáreas de plantaciones forestales a diciembre 2021, 5.031 menos que el año anterior.

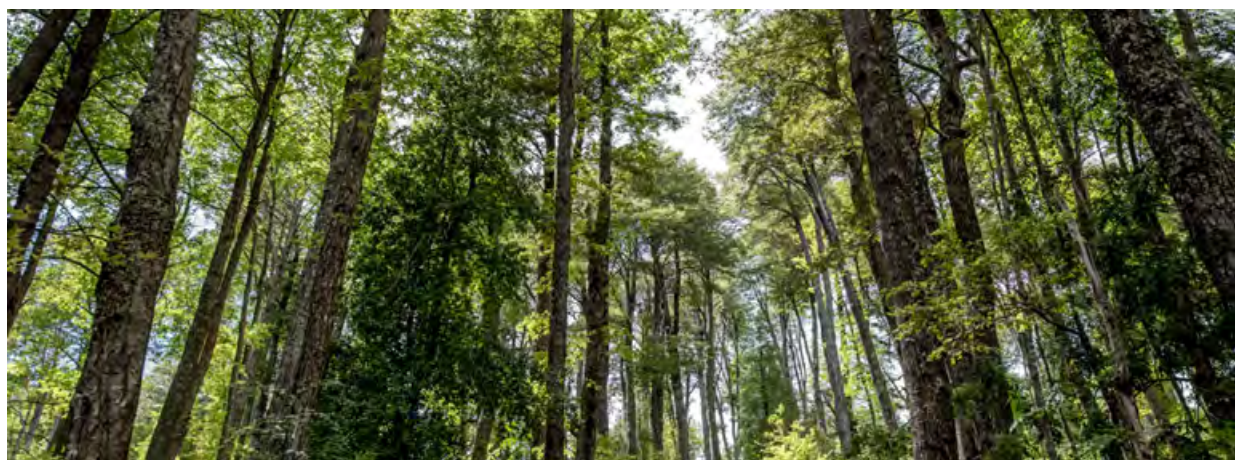
La superficie total plantada con la especie *Pinus radiata* disminuyó en 3.693 ha, también bajaron las plantadas con *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*, 1.020 y 1.868 ha, respectivamente. La superficie total de “otras especies”

aumentó en 1.548 ha en la región en relación con el año 2020.

La provincia de Valdivia concentra el 77% de las plantaciones forestales de la región de Los Ríos. Las plantaciones de *Pinus radiata* representan el 48% de la superficie plantada en la región y en segundo lugar las correspondientes a *Eucalyptus nitens* (32%).

Cuadro 22
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE LOS RÍOS

Provincia / Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
Valdivia	12.369,3	2.622,9	5.247,1	1.526,5	21.765,8
Mariquina	17.000,7	3.812,0	7.295,3	4.184,5	32.292,4
Lanco	5.874,4	1.794,6	2.427,2	1.388,5	11.484,7
Los Lagos	11.767,8	1.848,6	8.638,6	1.253,7	23.508,6
Corral	3.069,8	2.471,5	5.319,8	405,1	11.266,2
Máfil	9.308,1	1.001,0	3.578,8	512,3	14.400,2
Panguipulli	1.105,3	384,0	2.784,1	1.940,4	6.213,8
Paillaco	6.199,1	1.308,2	6.578,5	739,1	14.824,9
Prov. Valdivia	66.694,4	15.242,9	41.869,2	11.950,1	135.756,7
Futrono	317,9	287,4	1.134,7	302,9	2.043,0
La Unión	16.968,8	4.750,9	10.367,0	1.960,5	34.047,2
Río Bueno	38,6	65,7	2.615,8	38,2	2.758,2
Lago Ranco	116,4	13,5	716,8	19,0	865,6
Prov. Ranco	17.441,6	5.117,5	14.834,3	2.320,6	39.714,0
Total	84.136,0	20.360,3	56.703,6	14.270,8	175.470,7



Cuadro 23

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE LOS RÍOS

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
<2001	28.485,7	6.938,4	5.422,8	3.485,5	44.332,3
2001	1.816,1	530,1	813,9	107,0	3.267,1
2002	1.989,0	664,6	1.024,6	199,1	3.877,3
2003	2.897,1	1.303,6	1.103,3	24,1	5.328,1
2004	2.436,5	649,7	1.126,6	61,2	4.274,0
2005	2.344,9	687,7	1.793,4	62,3	4.888,3
2006	3.120,7	701,1	2.316,3	228,2	6.366,4
2007	3.415,4	277,4	2.573,6	142,2	6.408,6
2008	3.788,4	352,5	2.413,0	53,7	6.607,6
2009	4.271,5	853,8	2.714,6	141,5	7.981,5
2010	4.064,5	714,6	3.150,3	694,0	8.623,4
2011	4.287,2	347,0	2.386,7	160,5	7.181,4
2012	3.351,9	362,0	2.866,0	68,7	6.648,6
2013	3.736,8	687,8	2.973,4	207,6	7.605,7
2014	3.713,0	274,6	1.875,7	206,3	6.069,5
2015	2.047,7	1.404,2	2.965,3	119,3	6.536,5
2016	1.976,0	754,0	3.119,3	226,5	6.075,7
2017	2.285,1	604,4	2.791,0	1.153,9	6.834,4
2018	1.214,9	705,9	2.959,0	1.893,0	6.772,8
2019	761,9	720,5	3.275,4	1.629,2	6.387,0
2020	890,3	571,4	3.815,8	1.466,9	6.744,4
2021	1.241,7	255,0	3.223,5	1.940,1	6.660,3
Total	84.136,0	20.360,3	56.703,6	14.270,8	175.470,7

Se detectaron 1.643 ha de PYMP que cambiaron de plantaciones forestales a otros usos del suelo.

• Región de Los Lagos

La región de los Lagos presentó un total de 71.548 hectáreas de plantaciones forestales, esto implica una baja de 427 ha respecto del año anterior.

Al revisar el detalle de las variaciones de superficie de plantaciones forestales, *Eucalyptus globulus* se incrementó en 1.228 ha, mientras que las de *Pinus radiata* y *Eucalyptus nitens* disminuyeron en 1.470 y 233 ha, respectivamente. Por su parte, “otras especies” aumentó en 48 ha.

La provincia de Osorno concentra el 67% de la superficie regional, de plantaciones forestales.

Eucalyptus nitens es la especie más importante en términos de superficie (41%) en la región, seguida por *Eucalyptus globulus* (37%).

Cuadro 24
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE LOS LAGOS

Provincia / Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
Osorno	1.068,9	1.783,5	739,7	91,9	3.683,9
San Pablo	2.110,9	1.443,9	1.072,1	440,2	5.067,1
Puerto Octay	182,1	128,3	8.148,1	104,3	8.562,8
Puyehue	56,7	110,1	14,7	50,9	232,4
Río Negro	4.307,3	2.155,9	3.644,9	353,4	10.461,5
Purranque	882,6	5.924,3	3.295,9	458,9	10.561,8
San Juan	3.217,4	2.562,4	3.022,9	711,0	9.513,7
Prov. Osorno	11.825,8	14.108,5	19.938,2	2.210,6	48.083,1
Puerto Montt	23,1	575,4	383,6	68,8	1.051,0
Cochamó	0,6	0,0	15,4	2,9	18,8
Puerto Varas	32,9	77,3	646,6	258,8	1.015,6
Fresia	618,9	8.979,8	1.192,2	94,6	10.885,6
Frutillar	68,0	164,8	0,0	57,3	290,0
Llanquihue	5,3	36,5	6,4	0,0	48,2
Mauullín	69,5	977,7	1.016,2	16,9	2.080,2
Los Muermos	22,1	1.287,1	130,6	16,9	1.456,6
Calbuco	13,4	350,0	2.006,6	2,0	2.372,1
Prov. Llanquihue	853,8	12.448,5	5.397,5	518,2	19.218,0
Castro	0,0	0,0	150,5	71,4	221,9
Chonchi	5,7	5,9	239,2	1,7	252,6
Queilén	0,0	3,4	59,6	0,0	63,0
Quellón	0,0	0,0	138,9	8,3	147,2
Ancud	66,0	70,2	2.695,7	9,4	2.841,3
Quemchi	0,0	6,3	241,6	0,4	248,4
Dalcahue	0,0	0,0	427,0	44,7	471,7
Prov. Chiloé	71,7	85,8	3.952,5	136,0	4.246,0
Huailaihué	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
Prov. Palena	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
Total	12.751,4	26.644,2	29.288,2	2.864,8	71.548,5

Cuadro 25

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE LOS LAGOS

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
	(ha)				
<2001	3.615,7	1.720,9	1.758,7	825,3	7.920,6
2001	133,2	171,9	424,6	4,2	733,8
2002	279,6	258,6	587,7	6,5	1.132,4
2003	487,7	238,4	337,2	24,4	1.087,7
2004	530,4	208,1	556,2	53,8	1.348,5
2005	548,4	512,1	558,5	62,4	1.681,3
2006	803,8	535,5	1.272,1	187,5	2.798,9
2007	398,1	601,6	4.928,8	35,7	5.964,2
2008	746,7	706,5	2.912,0	189,7	4.555,0
2009	1.056,4	1.305,0	2.030,8	58,3	4.450,4
2010	495,9	2.067,4	1.789,2	32,7	4.385,2
2011	240,3	1.296,4	1.206,0	4,8	2.747,5
2012	242,5	2.203,4	1.053,8	143,0	3.642,7
2013	256,8	1.189,8	750,7	12,9	2.210,3
2014	239,1	1.018,2	600,2	9,8	1.867,2
2015	173,0	1.902,5	1.645,4	17,1	3.738,0
2016	620,6	1.559,6	592,7	16,1	2.789,1
2017	717,1	2.015,0	1.176,9	84,9	3.993,9
2018	366,7	2.017,8	1.365,6	447,8	4.197,8
2019	415,3	1.940,5	2.158,8	244,0	4.758,5
2020	305,3	2.202,6	870,9	284,5	3.663,2
2021	78,8	972,3	711,4	119,5	1.882,1
Total	12.751,4	26.644,2	29.288,2	2.864,8	71.548,5

• Región de Aysén

En total se registraron 29.666 hectáreas con plantaciones forestales, 227 menos en comparación con el año 2020.

La mayor disminución de superficie total correspondió a plantaciones de *Pinus ponderosa*, con 103 ha; le siguen *Pinus contorta* y *Pseudotsuga mezesii* con 59 y 55 ha menos que el año anterior, respectivamente.

La provincia de Coyhaique, es la que reúne la mayor superficie de plantaciones forestales de la región (65%) y la comuna de Coyhaique es la mayor superficie plantada (Cuadro 26). *Pinus ponderosa* es la principal especie

plantada en la región de Aysén (62%), seguida de *Pinus contorta* (17%) y *Pseudotsuga menziesii* (12%).

Después del año 2017, no aparecen registros de plantaciones forestales en la región (cuadro 27).

Cuadro 26
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE AYSÉN

Provincia / Comuna	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus contorta</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Otras	Total
	(ha)				
Aysén	776,0	45,0	2.296,7	14,3	3.132,0
Cisnes	0,0	0,0	346,2	11,2	357,4
Prov. Aysén	776,0	45,0	2.642,9	25,4	3.489,4
Chile Chico	957,2	198,4	77,9	246,2	1.479,7
Río Ibáñez	2.188,1	114,2	44,4	219,8	2.566,6
Prov. Gen. Carrera	3.145,3	312,6	122,4	465,9	4.046,2
Cochrane	1.528,0	859,0	1,9	548,3	2.937,2
O'Higgins	16,3	0,0	1,0	0,0	17,3
Prov. Capitán Prat	1.544,3	859,0	2,9	548,3	2.954,5
Coyhaique	12.586,7	3.728,7	574,6	1.572,5	18.462,5
Lago Verde	471,7	90,3	82,9	68,4	713,3
Prov. Coyhaique	13.058,4	3.819,0	657,5	1.640,9	19.175,8
Total	18.524,0	5.035,7	3.425,6	2.680,6	29.666,0



fotografía: Cristian Aguirre

Cuadro 27

SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE AYSÉN

Año	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus contorta</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Otras	Total
	(ha)				
S/I *	1.618,4	1.066,0	154,7	1.585,0	4.424,0
<2001	9.142,7	2.799,4	2.597,0	900,1	15.439,2
2001	1.396,2	16,6	66,4	55,4	1.534,6
2002	748,5	35,2	375,7	21,5	1.180,9
2003	932,7	160,5	166,1	0,0	1.259,3
2004	1.381,5	269,7	1,9	0,0	1.653,1
2005	496,8	0,2	10,2	39,0	546,1
2006	1.239,1	75,8	53,7	35,0	1.403,7
2007	604,7	306,8	0,0	6,1	917,6
2008	370,2	172,9	0,0	13,0	556,0
2009	350,8	100,3	0,0	25,6	476,8
2010	183,6	32,2	0,0	0,0	215,8
2011	6,7	0,0	0,0	0,0	6,7
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	52,1	0,0	0,0	0,0	52,1
2018	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2020	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2021	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	18.524,0	5.035,7	3.425,6	2.680,6	29.666,0

*S/I: Sin Información de año de plantación

CAPÍTULO
03

**INVENTARIO DE
BOSQUE NATIVO**



INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan en forma detallada las existencias totales por región comprendidas en el proceso de actualización 2022, el que involucra la publicación de valores de existencias actualizados para la región de Aysén y levantamiento de datos biofísicos de inventario para las regiones de Aysén y Magallanes.

Es importante destacar que el reporte presentado, incluye desde el año 2019 cifras de los inventarios realizados en las islas y archipiélagos de las regiones de Aysén y Magallanes, esfuerzo que ha sido posible gracias al apoyo del proyecto GEF Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales (GEF SIMEF). Esto permite la entrega de información más completa para el país, cubriendo millones de hectáreas de bosques situadas en zonas de difícil acceso que previamente no estaban sujetas a inventario.

El inventario asume como población objetivo el país y las regiones. Dado su carácter de continuo y de grandes áreas, al subdividir la población en áreas más pequeñas, el número de muestras disminuye. Es por esto, que el nivel máximo de subdivisión considerado corresponde a provincias, con errores de estimación variables como se observa en los cuadros de existencias por región. Los cuadros de resultados que se presentan consideran volúmenes sólidos fustales de los individuos sin corteza y sin deducción por defectos. Se aconseja al lector considerar en su análisis de estos datos los valores de precisión de la media detallados en los cuadros respectivos, de forma de no descuidar estos niveles de incertidumbre como escenarios antes de tomar decisiones.

El total de superficie bajo actualización alcanza en este período aproximadamente 3,724 millones de hectáreas, correspondientes al cuarto año del tercer ciclo del Inventario Forestal Nacional (IFN).

RESUMEN

El Inventario Forestal Nacional (IFN) ejecutado por el Instituto Forestal, conocido también como Inventario Continuo de los Ecosistemas Forestales, se encuentra en operación desde el año 2000 a la fecha. El propósito de este inventario es apoyar los procesos de toma de decisión, los procesos internacionales y diferentes áreas de interés actual y futuro.

Se ha logrado completar con información aquellos bosques comprendidos entre las regiones de Coquimbo a la región de Magallanes, cubriendo 13,4 millones de hectáreas de la superficie definida por el Catastro CONAF-MMA como bosque nativo en Chile.

En este informe se expresan los resultados asociados a la caracterización cuantitativa de los bosques de las regiones involucradas en el presente ciclo de medición correspondiente al año 2022 equivalente a 3.724.040 ha. Las existencias brutas totales fustales comprendidas en las regiones medidas alcanzan los 1.305,1 millones de m³ssc sobre una base cubierta con unidades de muestra de 13,424 millones de hectáreas. A modo de resumen general el siguiente cuadro describe las existencias por región, así como, las superficies bajo inventario que dieron origen a las medias estimadas.

Cuadro 1
EXISTENCIAS PARA BASE MUESTRAL ESTADÍSTICA

Región	Existencias (m³ssc)	Crecimiento anual (m³ssc)	Superficie bajo inventario (ha)
Coquimbo	113.462	-	3.514
Valparaíso	4.135.629	68.604	95.463
Región Metropolitana	4.501.044	70.819	93.526
O'Higgins	8.407.984	114.674	118.013
Maule	26.905.734	1.030.259	370.330
Biobío	139.183.077	5.568.582	786.208
La Araucanía	256.878.030	6.289.080	908.501
Los Ríos	295.381.209	5.336.713	850.000
Los Lagos	862.610.176	19.076.036	2.758.873
Aysén	1.765.662.368	34.149.309	4.814.066
Magallanes	902.185.233	12.327.750	2.625.506
Total	4.265.963.947	84.031.826	13.424.000

Las existencias expandidas a la población total programada a la base país de 13,4 millones de hectáreas totalizan 4.265 millones de m³ssc y se detallan a continuación en el Cuadro 2.

Cuadro 2
EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS

Región	Superficie Total (ha)	Volumen Medio (m³ssc/ha)	Existencias (m³ssc)
Coquimbo	3.514	32,29	113.462
Valparaíso	95.463	43,32	4.135.629
Región Metropolitana	93.526	48,13	4.501.044
O'Higgins	118.013	71,25	8.407.984
Maule	370.330	72,65	26.905.734
Biobío	786.208	177,03	139.183.077
La Araucanía	908.501	282,75	256.878.030
Los Ríos	850.000	347,51	295.381.209
Los Lagos	2.758.873	312,67	862.610.176
Aysén	4.814.066	366,77	1.765.662.368
Magallanes	2.625.506	343,62	902.185.233
Total	13.424.000		4.265.963.947

El detalle de las superficies comprometidas en el período 2022 se describe a continuación según superficies de base muestral y total programada.

Cuadro 3
SUPERFICIES PARA BASE MUESTRAL ESTADÍSTICA

Región	Superficie para Base Muestral Estadística (ha)
Aysén	1.098.534
Magallanes	2.625.506
Total	3.724.040

Cuadro 4
EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS Y OBTENIDAS EN 2022

Región	Superficie Total (ha)	Volumen Medio (m³ssc/ha)	Existencias (m³ssc)
Aysén	1.098.534	366,77	402.910.999
Magallanes	2.625.506	343,62	902.185.233
Total	3.724.040		1.305.096.232

En el Cuadro 5 a continuación se describe la secuencia histórica de superficies medidas en ciclo de mediciones iniciado el año 2011.

Cuadro 5
EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES ACUMULADAS AL 2021

Ciclo	Región	Superficie Total (ha)	Volumen Medio (m³ssc/ha)	Existencias (m³ssc)
1	Coquímbo	3.514	28,79	101.168
	Valparaíso	95.463	21,16	2.019.997
	Región Metropolitana	93.526	28,21	2.638.791
	O'Higgins	118.013	36,43	4.299.119
	Los Lagos	2.758.873	265,36	732.100.592
	Subtotal 2011	3.069.389		741.159.667
	Maule	370.330	161,54	59.823.108
	Biobío	786.208	172,62	135.715.225
	La Araucanía	908.501	290,60	264.010.428
	Los Ríos	850.000	357,43	303.815.500
	Aysén	325.000	266,32	86.554.000
	Subtotal 2012	3.240.039		824.365.492
	Aysén	3.715.532	266,32	989.520.482
	Subtotal 2013	3.715.532		989.520.482

Continúa en la siguiente página.

Viene de la página anterior.

	Magallanes	2.625.506	248,17	651.571.824
	Aysén	774.494	266,32	206.263.242
	Subtotal 2014	3.400.000		857.835.066
2	Coquimbo	3.514	117,75	413.763
	Valparaíso	95.463	35,43	3.382.228
	Región Metropolitana	93.526	41,68	3.895.240
	O'Higgins	118.013	74,32	8.770.862
	Maule	210.094	156,27	32.831.073
	Los Lagos	2.758.873	235,36	649.328.384
	Subtotal 2015	3.279.483		698.621.550
	Maule	160.236	200,77	32.170.587
	Biobío	786.208	283,78	223.113.280
	La Araucanía	908.501	252,11	229.040.944
	Los Ríos	850.000	263,00	223.551.472
	Aysén *	325.000	357,74	116.265.692
	Subtotal 2016	3.029.945		824.141.975
	Aysén *	3.715.532	357,74	1.329.196.611
	Subtotal 2017	3.715.532		1.329.196.611
	Aysén *	773.534	357,74	276.724.510
	Magallanes *	2.625.506	343,62	902.185.233
	Subtotal 2018	3.399.040		1.178.909.743
3	Coquimbo	3.514	32,29	113.462
	Valparaíso	95.463	43,32	4.135.629
	Región Metropolitana	93.526	48,13	4.501.044
	O'Higgins	118.013	71,25	8.407.984
	Los Lagos	2.758.873	312,67	862.610.176
	Subtotal 2019	3.069.389		879.768.295
	Maule	370.330	72,65	26.905.734
	Ñuble y Biobío	786.208	177,03	139.183.077
	La Araucanía	908.501	282,75	256.878.030
	Los Ríos	850.000	347,51	295.381.209
	Subtotal 2020	2.915.039		718.348.051
	Aysén	3.715.532	366,77	1.362.751.368
	Subtotal 2021	3.715.532		1.362.751.368
	Aysén *	1.098.534	366,77	402.910.999
	Magallanes *	2.625.506	343,62	902.185.233
	Subtotal 2022	3.724.040		1.305.096.232

* Valores actualizados con datos inventario archipiélagos Aysén y Magallanes

EXISTENCIAS TOTALES POR REGIÓN

■ Macrorregión Norte

Dada su baja representatividad en superficie de bosques (~9%) las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins se agrupan como una macrorregión.

No obstante, se entregan valores estimados para cada región.

Aquellas celdas marcadas con (*) indican alta incertidumbre (>30% en volumen).

Cuadro 6
EXISTENCIAS TOTALES DE LA MACRORREGIÓN NORTE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m³ssc)	310.453	0,81	252.129	*
Volumen (m³ssc)	310.453	53,85	16.718.628	*
Area Basal (m²)	310.453	9,66	3.000.125	*
Número árboles	310.453	659,02	204.593.472	*
Vol Neto (m³ssc)	310.453	35,09	10.894.688	*
Vol Neto Pulp (m³ssc)	310.453	34,37	10.669.590	*
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	310.453	0,72	222.097	*

• Región de Coquimbo

La región del Coquimbo contabiliza una existencia total de 113,5 mil m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error que supera el 30%.

Cuadro 7
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE COQUIMBO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Volumen (m³ssc)	3.514	32,29	113.462	*
Área Basal (m²)	3.514	10,79	37.920	*
Número árboles	3.514	488,94	1.718.135	*
Vol Neto (m³ssc)	3.514	27,66	97.211	*

• Región de Valparaíso

La región del Valparaíso contabiliza una existencia total de 4,14 millones m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error que supera el 30%.

Cuadro 8
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	95.463	0,72	68.604	*
Volumen (m ³ ssc)	95.463	43,32	4.135.629	*
Area Basal (m ²)	95.463	8,70	830.939	*
Número árboles	95.463	594,91	56.791.615	*
Vol Neto (m ³ ssc)	95.463	28,79	2.748.573	*
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	95.463	28,79	2.748.573	*

• Región de Metropolitana

La región del Metropolitana contabiliza una existencia total de 4,5 millones m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error sobre el 30% en volumen.

Cuadro 9
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN METROPOLITANA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	93.463	0,76	70.819	*
Volumen (m ³ ssc)	93.463	48,13	4.501.044	*
Area Basal (m ²)	93.463	8,64	807.703	*
Número árboles	93.463	631,15	59.028.486	*
Vol Neto (m ³ ssc)	93.463	31,36	2.932.557	*
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	93.463	30,84	2.884.627	*

• Región de O'Higgins

La región del O'Higgins contabiliza una existencia total de 8,41 millones m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error sobre el 30% en volumen.

Cuadro 10
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	118.013	0,97	114.674	*
Volumen (m ³ ssc)	118.013	71,25	8.407.984	*
Area Basal (m ²)	118.013	11,65	1.374.439	*
Número árboles	118.013	759,24	89.600.584	*
Vol Neto (m ³ ssc)	118.013	45,60	5.380.962	*
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	118.013	43,89	5.180.129	*

■ Región del Maule

La región del Maule contabiliza una existencia total de 26,9 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10, cm con un error de 33,7%.

Cuadro 11
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DEL MAULE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	370.330	2,78	1.030.259	*
Volumen (m ³ ssc)	370.330	72,65	26.905.734	33,65
Area Basal (m ²)	370.330	12,46	4.613.135	31,60
Número árboles	370.330	663,27	245.630.126	*
Vol Neto (m ³ ssc)	370.330	50,76	18.799.769	*
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	370.330	46,77	17.321.837	*

• Existencias por Provincia

Cuadro 12

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CURICÓ

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	105.896	-	-
Volumen (m³ssc)	105.896	114,65	12.140.789
Area Basal (m²)	105.896	16,28	1.723.515
Número árboles	105.896	822,46	87.095.777
Vol Neto (m³ssc)	105.896	-	-

Cuadro 13

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE LINARES

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	160.213	0,37	59.363
Volumen (m³ssc)	160.213	88,55	14.187.385
Area Basal (m²)	160.213	16,48	2.640.776
Número árboles	160.213	994,64	159.353.855
Vol Neto (m³ssc)	160.213	67,19	10.765.203
Vol Neto Pulp. (m³ssc)	160.213	61,02	9.775.668

Cuadro 14

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE TALCA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	90.420	0,32	29.239
Volumen (m³ssc)	90.420	40,94	3.701.615
Area Basal (m²)	90.420	8,30	750.185
Número árboles	90.420	418,95	37.881.886
Vol Neto (m³ssc)	90.420	26,19	2.368.189
Vol Neto Pulp. (m³ssc)	90.420	26,19	2.368.189

• Existencias por Tipo Forestal

Cuadro 15
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ESCLERÓFILO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	41.195	1,21	49.957
Volumen (m³ssc)	41.195	35,85	1.476.880
Area Basal (m²)	41.195	8,98	369.857
Número árboles	41.195	609,73	25.117.745
Vol Neto (m³ssc)	41.195	20,91	861.423
Vol Neto Pulp. (m³ssc)	41.195	20,30	836.134

Cuadro 16
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE HUALO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	148.182	0,49	72.101
Volumen (m³ssc)	148.182	114,45	16.959.021
Area Basal (m²)	148.182	18,04	2.673.005
Número árboles	148.182	816,74	121.026.661
Vol Neto (m³ssc)	148.182	86,25	12.780.415
Vol Neto Pulp. (m³ssc)	148.182	78,01	11.560.115

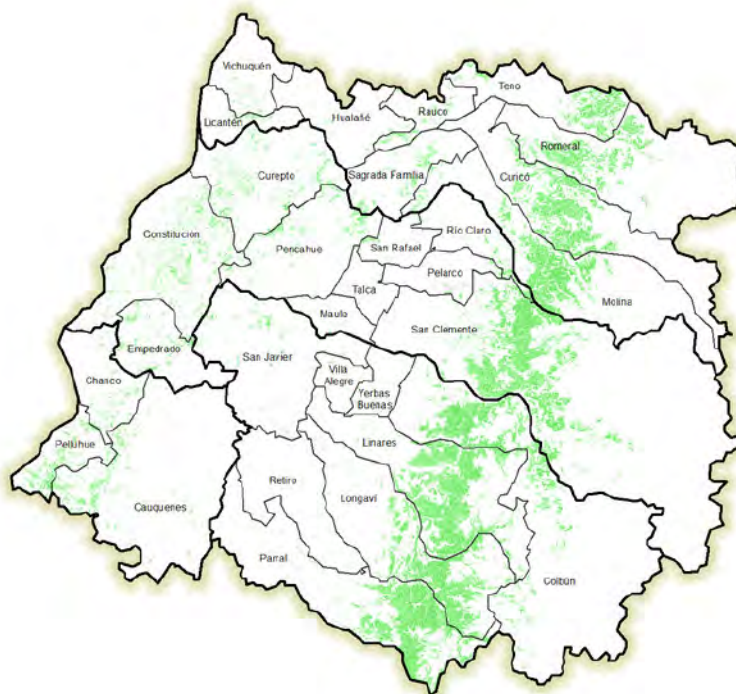
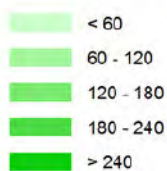
Cuadro 17
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	159.916	-	-
Volumen (m³ssc)	159.916	141,98	22.704.871
Area Basal (m²)	159.916	17,61	2.816.329
Número árboles	159.916	684,72	109.496.998
Vol Neto (m³ssc)	159.916	105,65	16.894.807
Vol Neto Pulp. (m³ssc)	159.916	95,65	15.295.434

- **Distribución de Existencias Totales**

REGIÓN DEL MAULE

Volumen bruto (m³/ha)



REGIÓN DEL MAULE

Área basal (m²/ha)

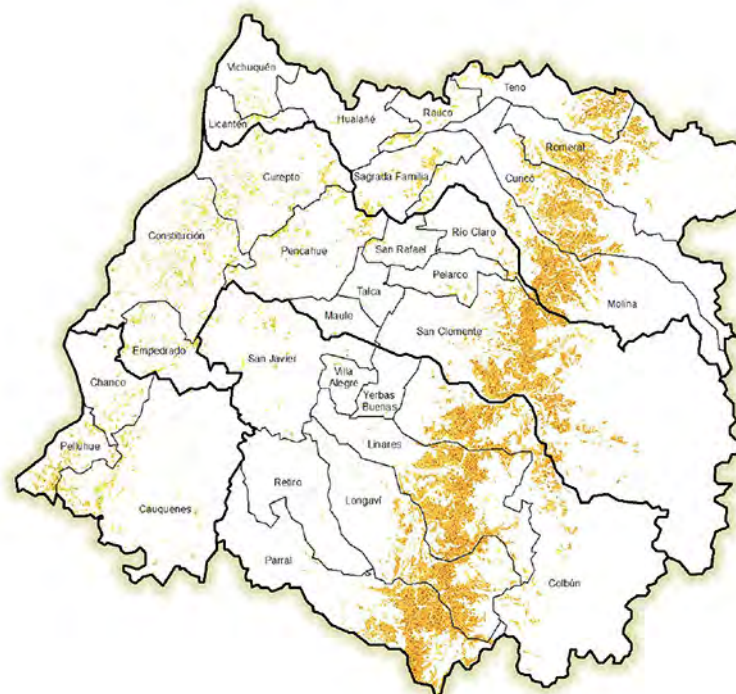
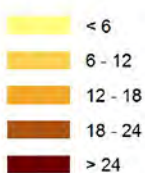


Figura 1
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DEL MAULE

■ Región del Biobío

La región del Biobío contabiliza una existencia total de 139,2 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error de 31,99%.

Cuadro 18
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	786.208	7,08	5.568.582	*
Volumen (m ³ ssc)	786.208	177,03	139.183.077	31,99
Area Basal (m ²)	786.208	23,34	18.353.617	28,35
Número árboles	786.208	960,54	755.183.036	27,80
Vol Neto (m ³ ssc)	786.208	115,08	90.476.386	29,36
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	786.208	100,79	79.242.340	25,04

Cuadro 19
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE ARAUCO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	92.714	-	-
Volumen (m ³ ssc)	92.714	165,88	15.379.616
Area Basal (m ²)	92.714	25,10	2.327.503
Número árboles	92.714	990,12	91.797.743
Vol Neto (m ³ ssc)	92.714	117,12	10.858.441
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	92.714	87,77	8.137.076

Cuadro 20
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE BIOBÍO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	436.587	10,53	4.596.885
Volumen (m ³ ssc)	436.587	194,33	84.843.593
Area Basal (m ²)	436.587	26,24	11.454.373
Número árboles	436.587	1125,44	491.352.314
Vol Neto (m ³ ssc)	436.587	130,08	56.791.883
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	436.587	118,52	51.744.823

Cuadro 21
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE ÑUBLE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	231.021	6,25	1.442.837
Volumen (m³ssc)	231.021	186,26	43.029.624
Area Basal (m²)	231.021	21,60	4.988.904
Número árboles	231.021	815,50	188.397.381
Vol Neto (m³ssc)	231.021	111,44	25.745.581
Vol Neto Pulp (m³ssc)	231.021	102,23	23.617.077

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

Cuadro 22
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ARAUCARIA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	43.609	-	-
Volumen (m³ssc)	43.609	271,37	11.834.417
Area Basal (m²)	43.609	35,02	1.527.229
Número árboles	43.609	855,01	37.286.084
Vol Neto (m³ssc)	43.609	-	-

Cuadro 23
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ESCLERÓFILO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	15.269	-	-
Volumen (m³ssc)	15.269	10,85	165.601
Area Basal (m²)	15.269	4,06	61.974
Número árboles	15.269	366,46	5.595.280
Vol Neto (m³ssc)	15.269	6,57	100.371
Vol Neto Pulp (m³ssc)	15.269	6,57	100.371

Cuadro 24
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	480.667	7,49	3.601.257
Volumen (m³ssc)	480.667	164,72	79.174.831
Area Basal (m²)	480.667	21,47	10.320.010
Número árboles	480.667	1060,88	509.932.022
Vol Neto (m³ssc)	480.667	109,83	52.792.469
Vol Neto Pulp (m³ssc)	480.667	99,87	48.005.670



Fotografía: Cristian Aguirre.

- **Distribución de Existencias Totales**

REGIÓN DEL BÍO-BÍO

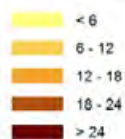
Volumen bruto (m³/ha)



0 30 60km

REGIÓN DEL BÍO-BÍO

Área basal (m²/ha)



0 30 60km

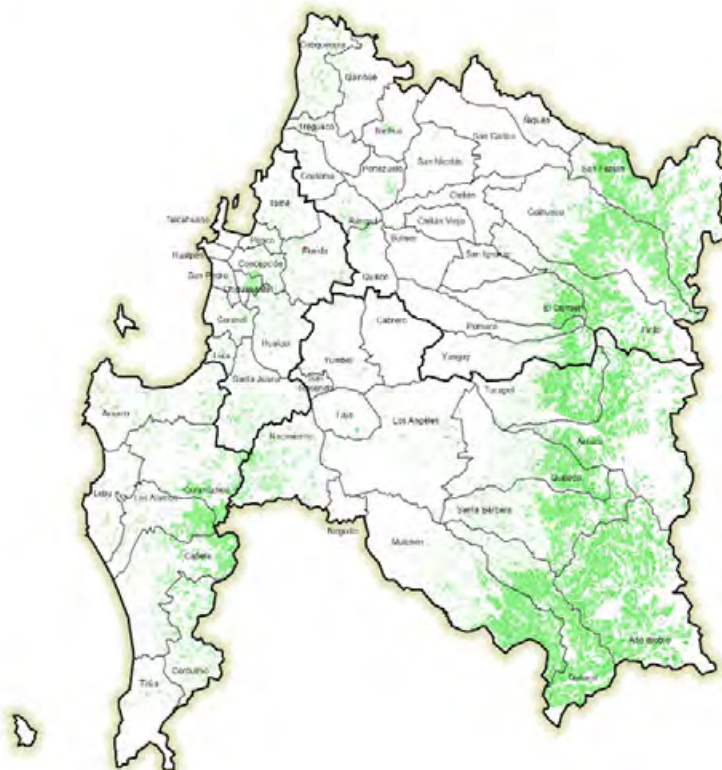


Figura 2
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DEL BÍO-BÍO

■ Región de La Araucanía

La región del Araucanía contabiliza una existencia total de 256,9 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error de 39,23%.

Cuadro 25
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	908.501	6,92	6.289.080	35,32
Volumen (m ³ ssc)	908.501	282,75	256.878.030	*
Area Basal (m ²)	908.501	33,16	30.124.696	*
Número árboles	908.501	859,29	780.669.405	29,07
Vol Neto (m ³ ssc)	908.501	209,10	189.971.387	*
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	908.501	163,49	148.531.914	*

Las existencias por provincia corresponden a:

Cuadro 26
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CAUTÍN

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	490.142	5,83	2.856.029
Volumen (m ³ ssc)	490.142	309,24	151.569.601
Area Basal (m ²)	490.142	34,49	16.905.118
Número árboles	490.142	855,18	419.159.469
Vol Neto (m ³ ssc)	490.142	230,49	112.972.658
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	490.142	183,64	90.008.128

Cuadro 27
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE MALLECO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	418.360	8,06	3.371.386
Volumen (m ³ ssc)	418.360	255,28	106.799.308
Area Basal (m ²)	418.360	31,78	13.294.529
Número árboles	418.360	863,56	361.278.375
Vol Neto (m ³ ssc)	418.360	186,93	78.202.464
Vol Neto Pulp (m ³ ssc)	418.360	142,60	59.657.735

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

Cuadro 28
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ARAUCARIA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	207.885	-	-
Volumen (m³ssc)	207.885	333,39	69.307.561
Area Basal (m²)	207.885	45,17	9.389.963
Número árboles	207.885	574,85	119.503.639
Vol Neto (m³ssc)	207.885	201,09	41.804.218

Cuadro 29
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE-RAULÍ-TEPA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	104.639	5,62	588.359
Volumen (m³ssc)	104.639	293,41	30.701.790
Area Basal (m²)	104.639	37,38	3.911.348
Número árboles	104.639	651,63	68.185.324
Vol Neto (m³ssc)	104.639	223,07	23.341.442

Cuadro 30
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGUA

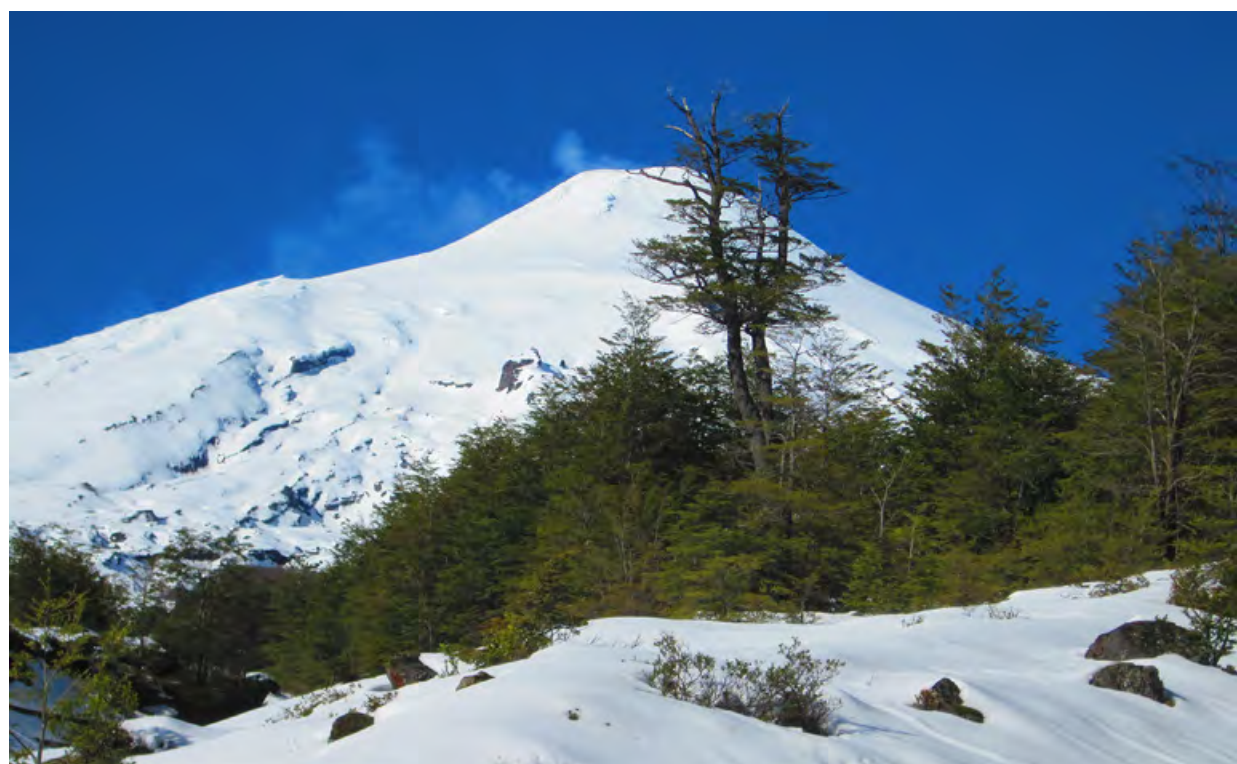
Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	102.200	3,33	340.195
Volumen (m³ssc)	102.200	196,98	20.131.767
Area Basal (m²)	102.200	18,03	1.842.758
Número árboles	102.200	279,28	28.542.072
Vol Neto (m³ssc)	102.200	126,15	12.892.673

Cuadro 31
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	432.488	8,27	3.574.934
Volumen (m³ssc)	432.488	275,68	119.227.590
Area Basal (m²)	432.488	30,13	13.030.192
Número árboles	432.488	1084,42	468.997.295
Vol Neto (m³ssc)	432.488	219,97	95.134.492
Vol Neto Pulp (m³ssc)	432.488	183,17	79.220.275

Cuadro 32
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

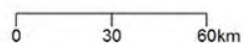
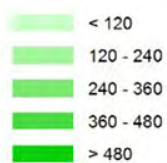
Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	55.670	10,48	583.435
Volumen (m³ssc)	55.670	296,81	16.523.257
Area Basal (m²)	55.670	36,37	2.024.935
Número árboles	55.670	1151,71	64.116.041
Vol Neto (m³ssc)	55.670	231,79	12.903.794



- **Distribución de Existencias Totales**

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Volumen bruto (m³/ha)



REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Área basal (m²/ha)

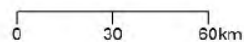
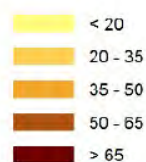


Figura 3
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

■ Región de Los Ríos

La región de los Ríos contabiliza una existencia total de 295,3 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error de 34,28%.

Cuadro 33
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m³ssc)	849.771	6,28	5.335.276	*
Volumen (m³ssc)	849.771	347,51	295.301.630	34,28
Area Basal (m²)	849.771	34,23	29.087.867	33,63
Número árboles	849.771	760,53	646.277.233	*
Vol Neto (m³ssc)	849.771	237,62	201.924.652	34,91
Vol Neto pulp (m³ssc)	849.771	189,43	160.969.503	28,84

Las existencias totales por provincia corresponden a:

Cuadro 34
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA RANCO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	406.351	4,68	1.901.542
Volumen (m³ssc)	406.351	498,72	202.655.684
Area Basal (m²)	406.351	43,15	17.535.834
Número árboles	406.351	519,36	211.044.199
Vol Neto (m³ssc)	406.351	358,20	145.556.688
Vol Neto pulp (m³ssc)	406.351	244,33	99.284.934

Cuadro 35
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA VALDIVIA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	443.420	6,93	3.072.855
Volumen (m³ssc)	443.420	285,90	126.774.483
Area Basal (m²)	443.420	30,59	13.566.191
Número árboles	443.420	858,78	380.801.862
Vol Neto (m³ssc)	443.420	188,50	83.583.037
Vol Neto pulp (m³ssc)	443.420	167,06	74.076.715

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

Cuadro 36
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE-RAULÍ-TEPA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	246.911	4,85	1.197.368
Volumen (m³ssc)	246.911	720,36	177.864.486
Area Basal (m²)	246.911	62,56	15.446.782
Número árboles	246.911	576,33	142.302.661
Vol Neto (m³ssc)	246.911	444,19	109.674.791
Vol Neto pulp (m³ssc)	246.911	402,62	99.410.159

Cuadro 37
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	192.732	5,41	1.041.785
Volumen (m³ssc)	192.732	253,82	48.918.451
Area Basal (m²)	192.732	25,55	4.923.478
Número árboles	192.732	642,24	123.779.943
Vol Neto (m³ssc)	192.732	183,75	35.414.686
Vol Neto pulp (m³ssc)	192.732	129,27	24.913.897

Cuadro 38
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	215.441	9,17	1.975.170
Volumen (m³ssc)	215.441	236,61	50.975.278
Area Basal (m²)	215.441	28,94	6.233.870
Número árboles	215.441	1144,48	246.567.283
Vol Neto (m³ssc)	215.441	180,11	38.803.820
Vol Neto pulp (m³ssc)	215.441	139,20	29.988.508

- **Distribución de Existencias Totales**

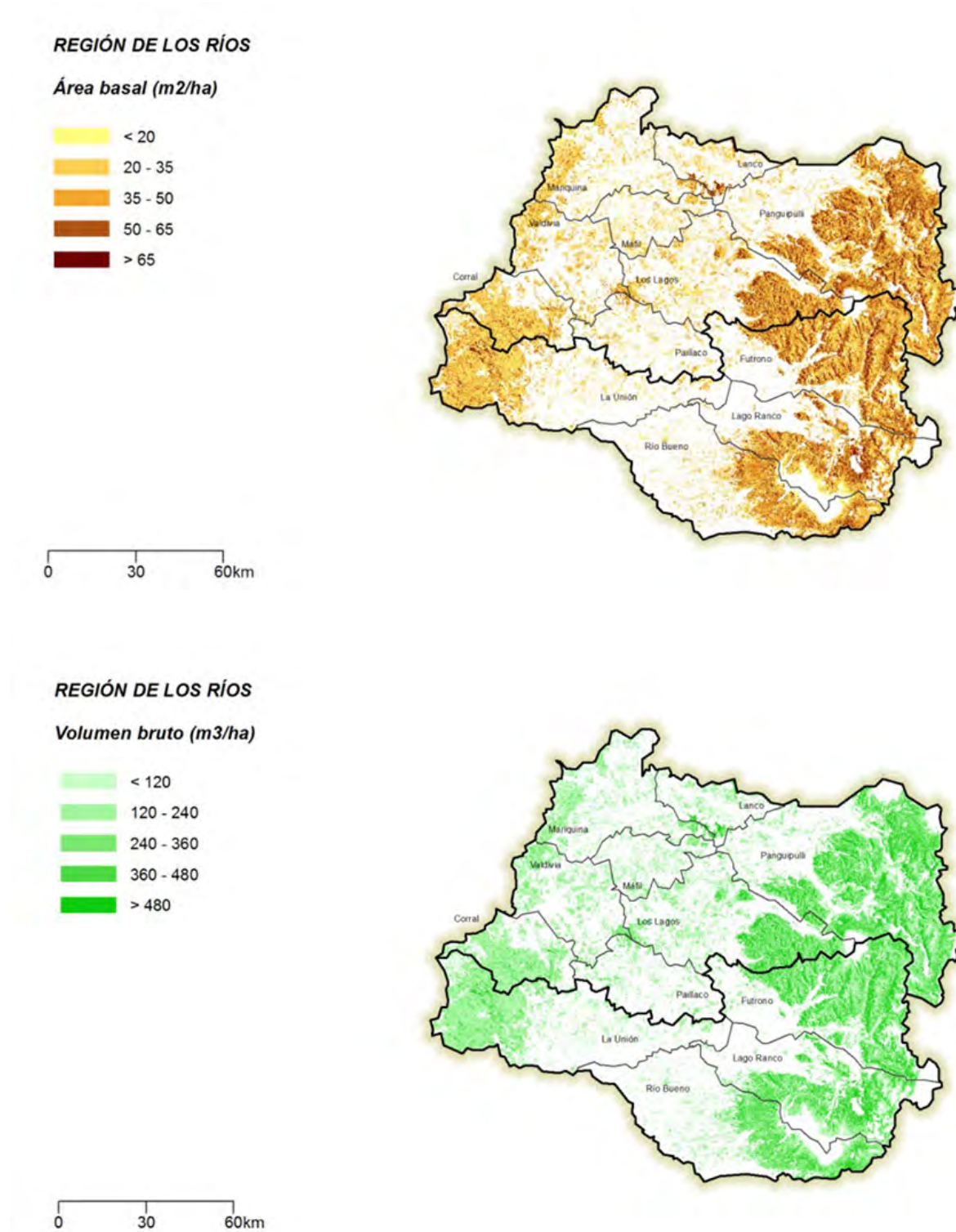


Figura 4
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE LOS RÍOS

■ Región de Los Lagos

La región de los Lagos contabiliza una existencia total de 862,6 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error de 19.1%.

Cuadro 39
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	2.758.873	6,91	19.076.036	20,2
Volumen (m ³ ssc)	2.758.873	312,67	862.610.176	20,4
Area Basal (m ²)	2.758.873	39,90	110.074.088	18,4
Número árboles	2.758.873	1,121,60	3.094.356.992	22,6
Vol Neto (m ³ ssc)	2.758.873	200,60	553.425.408	19,0
Vol Neto pulp (m ³ ssc)	2.758.873	182,00	502.125.408	19,5
Vol Prod (D>25 cm) (m ³ ssc)	2.758.873	18,59	51.299.984	*

Las existencias totales por provincia corresponden a:

Cuadro 40
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA CHILOÉ

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	621.928	7,30	4.540.763
Volumen (m ³ ssc)	621.928	274,51	170.728.307
Area Basal (m ²)	621.928	41,07	25.543.992
Número árboles	621.928	1.466,89	912.297.116
Vol Neto (m ³ ssc)	621.928	209,13	130.063.698
Vol Neto pulp (m ³ ssc)	621.928	177,47	110.373.262
Vol Prod (D>25 cm) (m ³ ssc)	621.928	31,66	19.690.436

Cuadro 41
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE LLANQUIHUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	776.992	5,57	4.330.859
Volumen (m³ssc)	776.992	209,33	162.645.247
Area Basal (m²)	776.992	27,22	21.152.607
Número árboles	776.992	948,73	737.155.430
Vol Neto (m³ssc)	776.992	122,62	95.273.857
Vol Neto pulp (m³ssc)	776.992	121,49	94.397.347

Cuadro 42
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA OSORNO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	377.345	7,03	2.651.665
Volumen (m³ssc)	377.345	279,80	105.580.159
Area Basal (m²)	377.345	37,50	14.149.067
Número árboles	377.345	957,53	361.320.823
Vol Neto (m³ssc)	377.345	147,77	55.759.253
Vol Neto pulp (m³ssc)	377.345	147,26	55.569.703

Cuadro 43
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA PALENA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	982.608	7,38	7.247.335
Volumen (m³ssc)	982.608	453,06	445.181.496
Area Basal (m²)	982.608	49,67	48.801.966
Número árboles	982.608	1.016,17	998.498.206
Vol Neto (m³ssc)	982.608	290,13	285.082.161
Vol Neto pulp (m³ssc)	982.608	258,10	253.610.514
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	982.608	32,03	31.471.648

Las existencias totales por tipo forestal corresponden a:

Cuadro 44
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE-RAULÍ-TEPA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	383.552	5,07	1.945.417
Volumen (m³ssc)	383.552	585,64	224.624.809
Area Basal (m²)	383.552	62,53	23.984.792
Número árboles	383.552	601,75	230.801.649
Vol Neto (m³ssc)	383.552	338,08	129.672.731
Vol Neto pulp (m³ssc)	383.552	292,15	112.053.599

Cuadro 45
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGUA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	497.533	5,25	2.613.453
Volumen (m³ssc)	497.533	231,17	115.016.561
Area Basal (m²)	497.533	23,56	11.722.910
Número árboles	497.533	-	-
Vol Neto (m³ssc)	497.533	159,65	79.431.118
Vol Neto pulp (m³ssc)	497.533	147,59	73.432.651

Cuadro 46
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	238.722	7,01	1.672.763
Volumen (m³ssc)	238.722	317,00	75.675.272
Area Basal (m²)	238.722	34,91	8.333.000
Número árboles	238.722	918,25	219.207.531
Vol Neto (m³ssc)	238.722	204,39	48.792.617
Vol Neto pulp (m³ssc)	238.722	194,85	46.515.575

Cuadro 47
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	1.251.096	7,31	9.148.080
Volumen (m³ssc)	1.251.096	291,93	365.238.253
Area Basal (m²)	1.251.096	41,68	52.151.306
Número árboles	1.251.096	1.322,68	1.654.804.859
Vol Neto (m³ssc)	1.251.096	190,12	237.852.357
Vol Neto pulp (m³ssc)	1.251.096	169,36	211.884.082
Vol Prod (D>25 cm) m³ssc	1.251.096	20,76	25.968.274



- **Distribución de Existencias Totales**

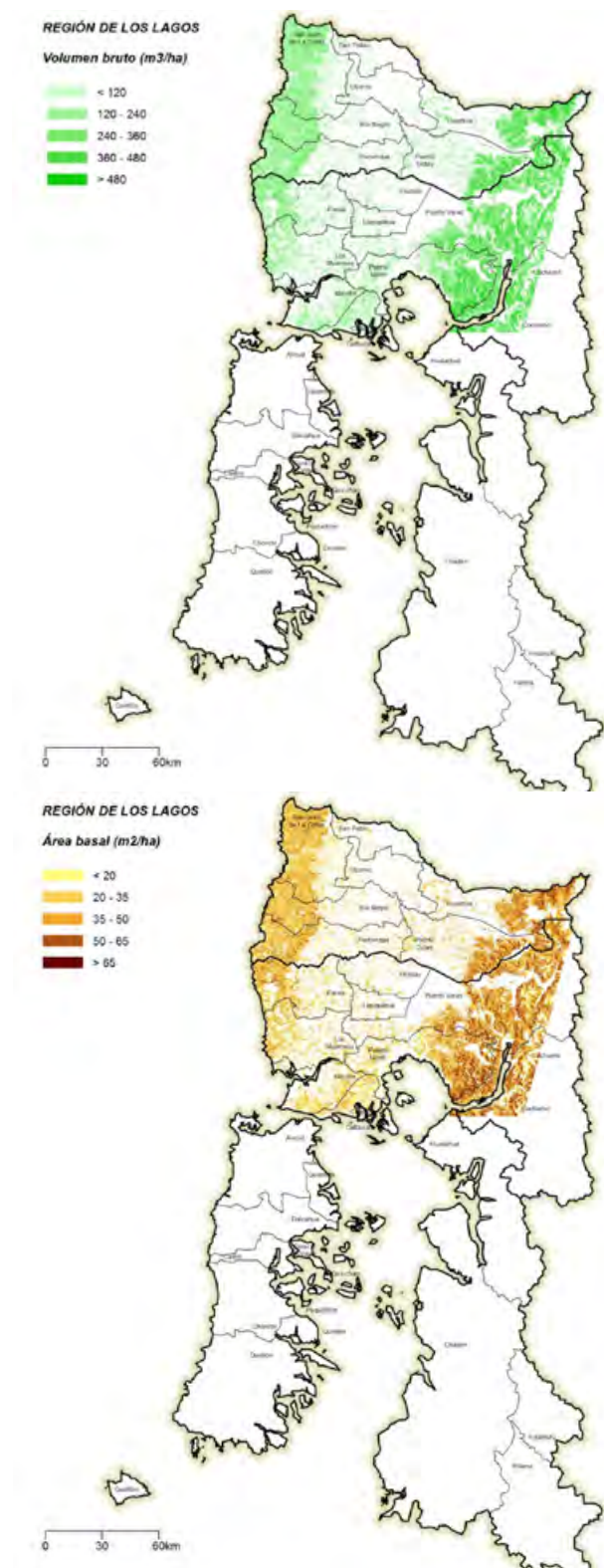


Figura 5
 EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE LOS LAGOS

■ Región de Aysén

La región de Aysén contabiliza una existencia total de 1.432 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión cercana al 83% para su área de bosques continental y superior al 78% para las áreas de bosques nativos de sus archipiélagos.

Cuadro 48
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE AYSÉN (CONTINENTAL)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	2.291.727	7,49	17.165.262	22,5
Volumen (m ³ ssc)	2.291.727	372,91	854.614.720	17,0
Area Basal (m ²)	2.291.727	41,33	94.721.720	16,4
Número árboles	2.291.727	893,79	2.048.316.288	26,7
Vol Neto (m ³ ssc)	2.291.727	235,87	540.560.704	18,2
Vol Neto pulp (m ³ ssc)	2.291.727	209,56	480.248.416	17,9
Vol Prod (D>25 cm) (m ³ ssc)	2.291.727	26,32	60.312.312	*

Cuadro 49
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE AYSÉN (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	1.611.890	6,53	10.524.829	17,7
Volumen (m ³ ssc)	1.611.890	358,04	577.127.975	21,4
Area Basal (m ²)	1.611.890	41,51	66.910.475	18,2
Número árboles	1.611.890	849,89	1.369.932.682	21,3
Vol Neto (m ³ ssc)	1.611.890	216,55	349.053.218	20,9
Vol Neto pulp (m ³ ssc)	1.611.890	195,73	315.501.468	21,2
Vol Prod (D>25 cm) (m ³ ssc)	1.611.890	20,82	33.551.760	*

Las existencias totales por provincia son:

Cuadro 50
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE AYSÉN

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	997.771	6,26	6.242.388
Volumen (m ³ ssc)	997.771	438,25	437.270.031
Area Basal (m ²)	997.771	47,64	47.532.496
Número árboles	997.771	-	-
Vol Neto (m ³ ssc)	997.771	308,61	307.921.281
Vol Neto pulp (m ³ ssc)	997.771	244,83	244.282.989
Vol Prod (D>25 cm) (m ³ ssc)	997.771	-	-

Cuadro 51
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE AYSÉN (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	1.611.890	6,53	10.524.829
Volumen (m³ssc)	1.611.890	358,04	577.127.986
Area Basal (m²)	1.611.890	41,51	66.910.475
Número árboles	1.611.890	849,89	1.369.932.679
Vol Neto (m³ssc)	1.611.890	216,55	349.053.223
Vol Neto pulp (m³ssc)	1.611.890	195,73	315.501.464
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	1.611.890	-	-

Cuadro 52
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CAPITÁN PRAT

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	429.015	-	-
Volumen (m³ssc)	429.015	275,54	118.209.251
Area Basal (m²)	429.015	29,82	12.794.147
Número árboles	429.015	-	-
Vol Neto (m³ssc)	429.015	164,16	70.426.694
Vol Neto pulp (m³ssc)	429.015	-	-
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	429.015	-	-

Cuadro 53
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE COYHAIQUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	562.834	-	-
Volumen (m³ssc)	562.834	400,39	225.351.374
Area Basal (m²)	562.834	44,13	24.838.672
Número árboles	562.834	-	-
Vol Neto (m³ssc)	562.834	241,46	135.901.134
Vol Neto pulp (m³ssc)	562.834	224,62	126.425.666
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	562.834	-	-

Las existencias totales por tipo forestal corresponden a:

Cuadro 54
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	1.355.324	-	-
Volumen (m³ssc)	1.355.324	337,74	457.751.631
Area Basal (m²)	1.355.324	38,31	51.919.865
Número árboles	1.355.324	-	-
Vol Neto (m³ssc)	1.355.324	196,30	266.045.681
Vol Neto pulp (m³ssc)	1.355.324	185,41	251.294.162
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	1.355.324	-	-

Cuadro 55
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	613.948	-	-
Volumen (m³ssc)	613.948	404,84	248.548.939
Area Basal (m²)	613.948	43,75	26.858.946
Número árboles	613.948	-	-
Vol Neto (m³ssc)	613.948	275,18	168.947.787
Vol Neto pulp (m³ssc)	613.948	228,81	140.479.141
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	613.948	-	-

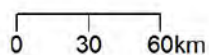
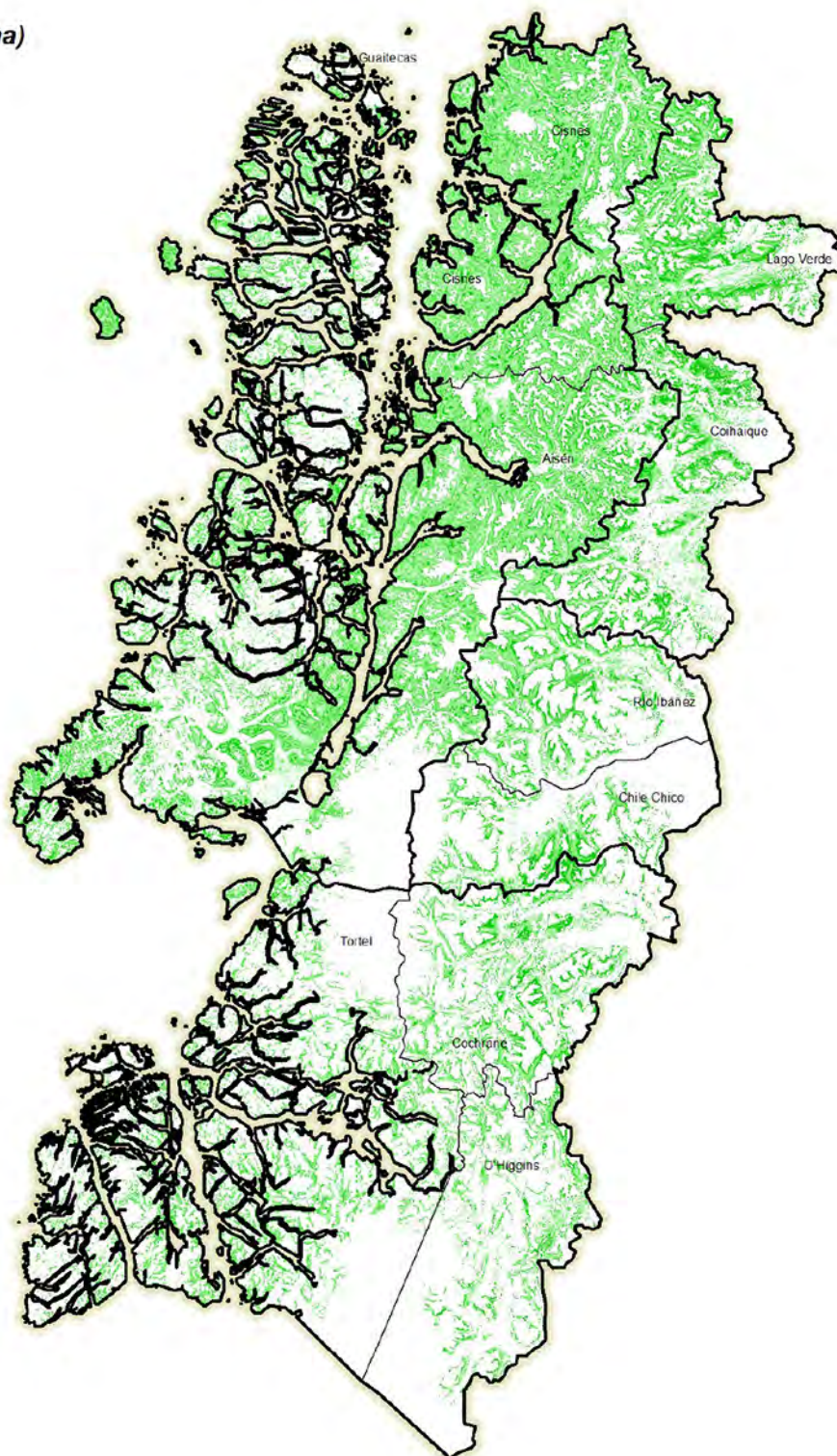
Cuadro 56
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	1.172.191	6,58	7.716.313
Volumen (m³ssc)	1.172.191	355,73	416.983.534
Area Basal (m²)	1.172.191	41,29	48.404.810
Número árboles	1.172.191	860,82	1.009.046.583
Vol Neto (m³ssc)	1.172.191	214,33	251.241.086
Vol Neto pulp (m³ssc)	1.172.191	195,22	228.836.063
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	1.172.191	-	-

- **Distribución de Existencias Totales**

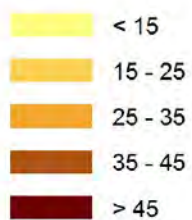
REGIÓN DE AYSÉN

Volumen bruto (m³/ha)



REGIÓN DE AYSÉN

Área basal (m²/ha)



0 30 60km

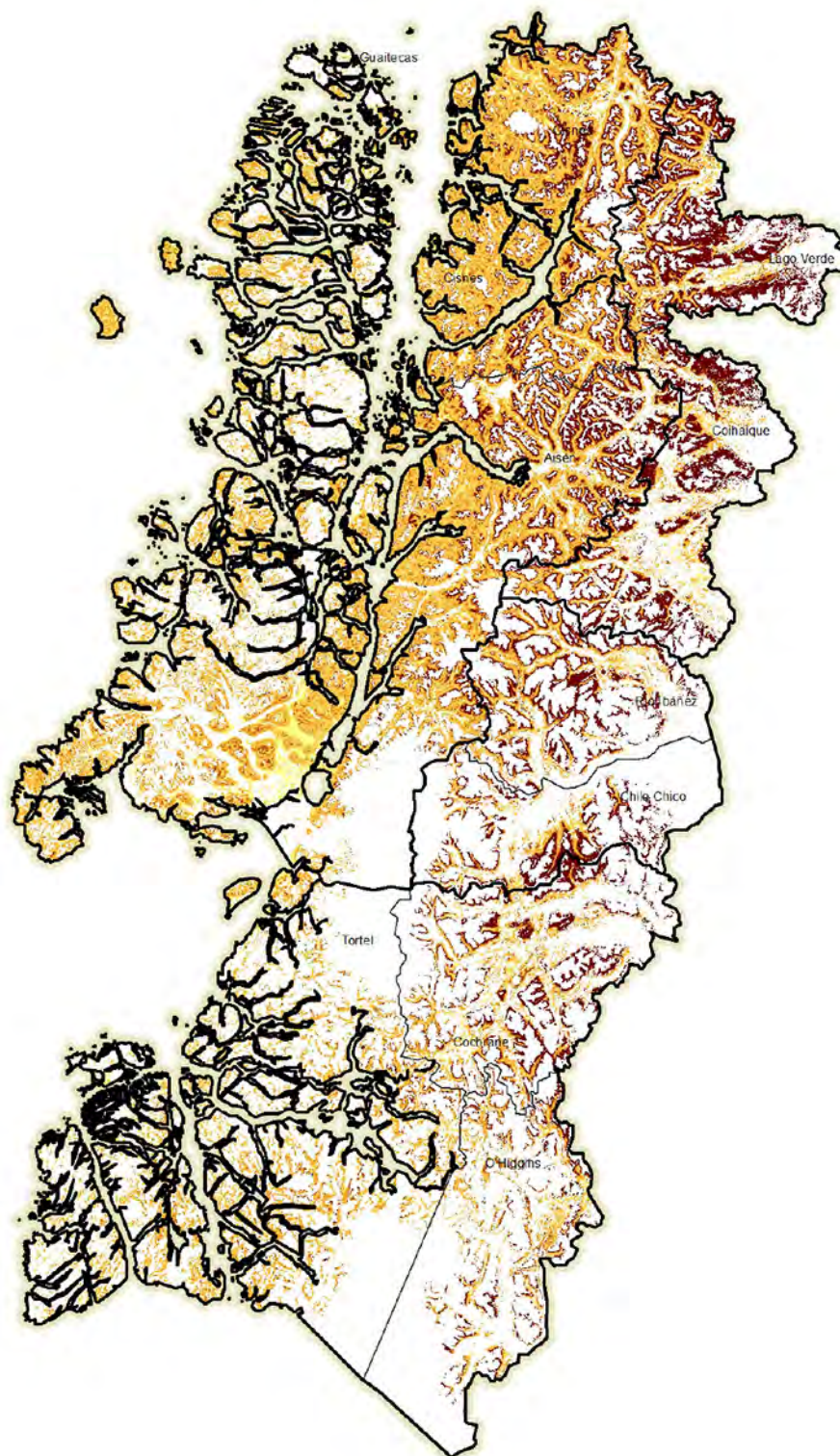


Figura 6
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE AYSÉN

■ Región de Magallanes

La región de Magallanes contabiliza una existencia total de 854,5 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión superior al 82% para su área de bosques continental y cercana al 74% para las áreas de bosques nativos de sus archipiélagos.

Cuadro 57
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE MAGALLANES (CONTINENTAL)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	1.077.340	6,56	7.071.339	21,0
Volumen (m ³ ssc)	1.077.340	395,47	426.056.400	17,8
Area Basal (m ²)	1.077.340	40,63	43.771.444	17,2
Número árboles	1.077.340	748,45	806.339.609	32,7
Vol Neto (m ³ ssc)	1.077.340	226,13	243.620.316	18,9
Vol Neto pulp (m ³ ssc)	1.077.340	207,68	223.740.625	19,9
Vol Prod (D>25 cm) (m ³ ssc)	1.077.340	18,45	19.879.702	*

Cuadro 58
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE MAGALLANES (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	1.409.328	3,27	4.604.632	27,4
Volumen (m ³ ssc)	1.409.328	303,99	428.423.706	25,4
Area Basal (m ²)	1.409.328	31,32	44.142.060	23,3
Número árboles	1.409.328	830,71	1.170.736.082	31,4
Vol Neto (m ³ ssc)	1.409.328	187,63	264.428.689	28,8
Vol Neto pulp (m ³ ssc)	1.409.328	176,28	248.431.969	28,0
Vol Prod (D>25 cm) (m ³ ssc)	1.409.328	11,35	15.996.715	*

Cuadro 59
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE MAGALLANES

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m ³ ssc)	436.080	-	-
Volumen (m ³ ssc)	436.080	313,08	136.526.453
Area Basal (m ²)	436.080	32,08	13.988.139
Número árboles	436.080	-	-
Vol Neto (m ³ ssc)	436.080	-	-
Vol Neto pulp (m ³ ssc)	436.080	-	-
Vol Prod (D>25 cm) (m ³ ssc)	436.080	-	-

Cuadro 60
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA TIERRA DEL FUEGO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	324.424	-	-
Volumen (m³ssc)	324.424	462,51	150.049.169
Area Basal (m²)	324.424	49,30	15.995.589
Número árboles	324.424	-	-
Vol Neto (m³ssc)	324.424	283,99	92.134.297
Vol Neto pulp (m³ssc)	324.424	245,83	79.753.380
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	324.424	-	-

Cuadro 61
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA ULTIMA ESPERANZA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	316.835	6,51	2.063.012
Volumen (m³ssc)	316.835	411,88	130.497.425
Area Basal (m²)	316.835	41,74	13.224.014
Número árboles	316.835	655,70	207.748.501
Vol Neto (m³ssc)	316.835	218,61	69.262.119
Vol Neto pulp (m³ssc)	316.835	201,39	63.806.715
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	316.835	-	-

Cuadro 62
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA ULTIMA ESPERANZA (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	1.031.632	2,58	2.657.114
Volumen (m³ssc)	1.031.632	262,18	270.474.021
Area Basal (m²)	1.031.632	29,80	30.742.063
Número árboles	1.031.632	714,27	736.863.605
Vol Neto (m³ssc)	1.031.632	167,19	172.482.884
Vol Neto pulp (m³ssc)	1.031.632	158,17	163.174.891
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	1.031.632	-	-

Cuadro 63

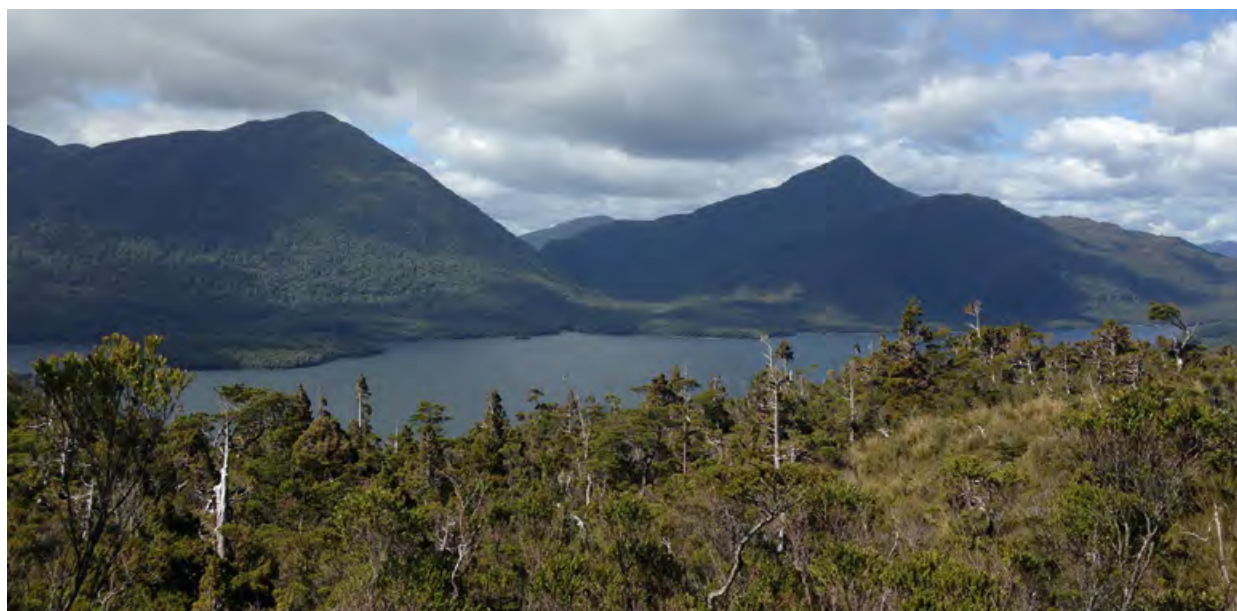
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE DE MAGALLANES (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	785.289	3,07	2.409.494
Volumen (m³ssc)	785.289	303,14	238.049.988
Area Basal (m²)	785.289	30,90	24.263.463
Número árboles	785.289	783,60	615.352.505
Vol Neto (m³ssc)	785.289	184,26	144.701.151
Vol Neto pulp (m³ssc)	785.289	174,11	136.729.545
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	785.289	-	-

Cuadro 64

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGUA

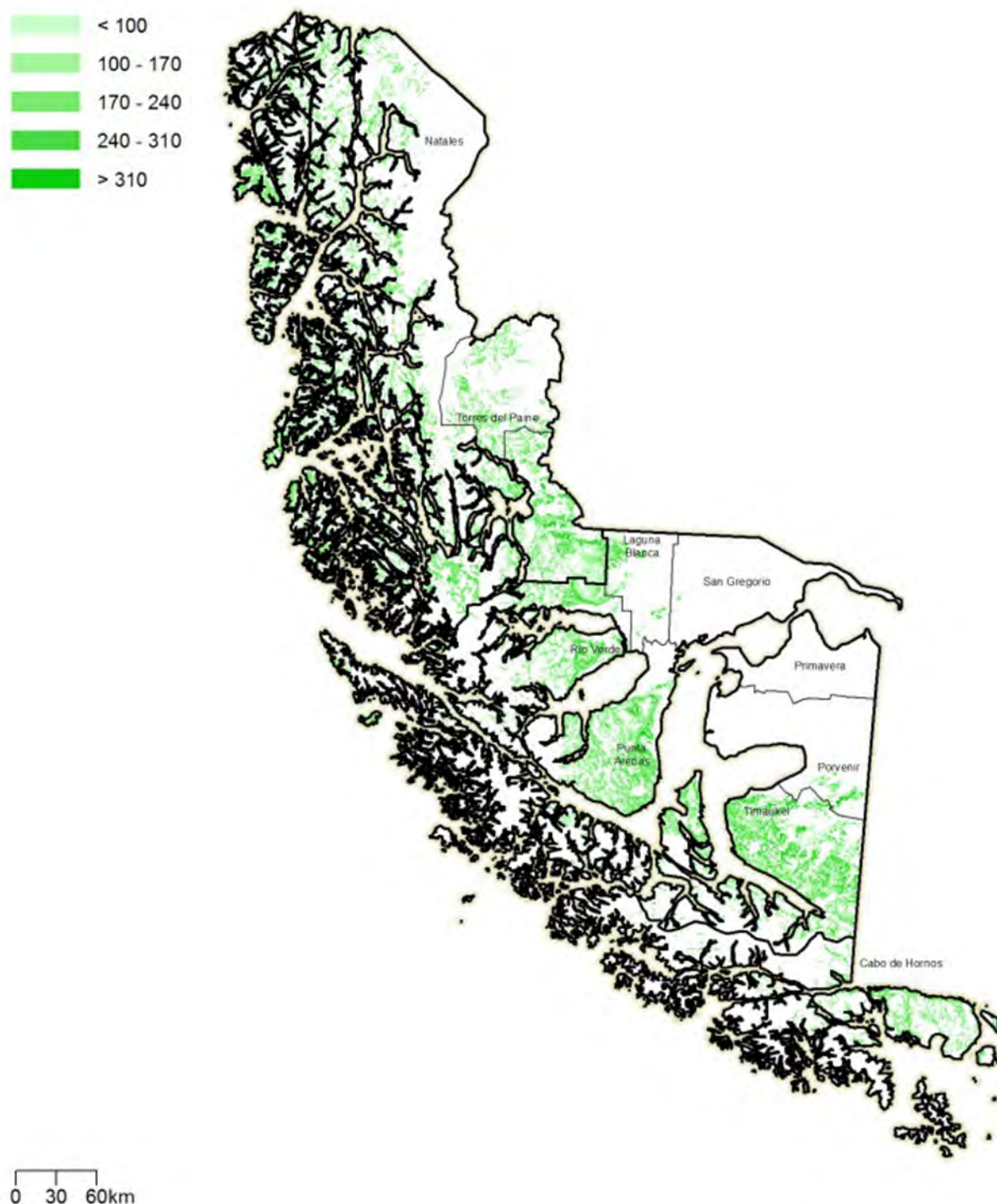
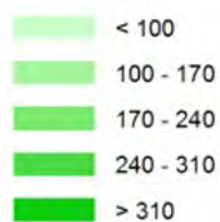
Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m³ssc)	1.008.476	6,93	6.991.595
Volumen (m³ssc)	1.008.476	411,98	415.467.091
Area Basal (m²)	1.008.476	42,74	43.099.664
Número árboles	1.008.476	753,08	759.464.740
Vol Neto (m³ssc)	1.008.476	234,85	236.836.292
Vol Neto pulp (m³ssc)	1.008.476	215,25	217.075.887
Vol Prod (D>25 cm) (m³ssc)	1.008.476	-	-



- **Distribución de Existencias Totales**

REGIÓN DE MAGALLANES

Volumen bruto (m³/ha)



REGIÓN DE MAGALLANES

Área basal (m²/ha)

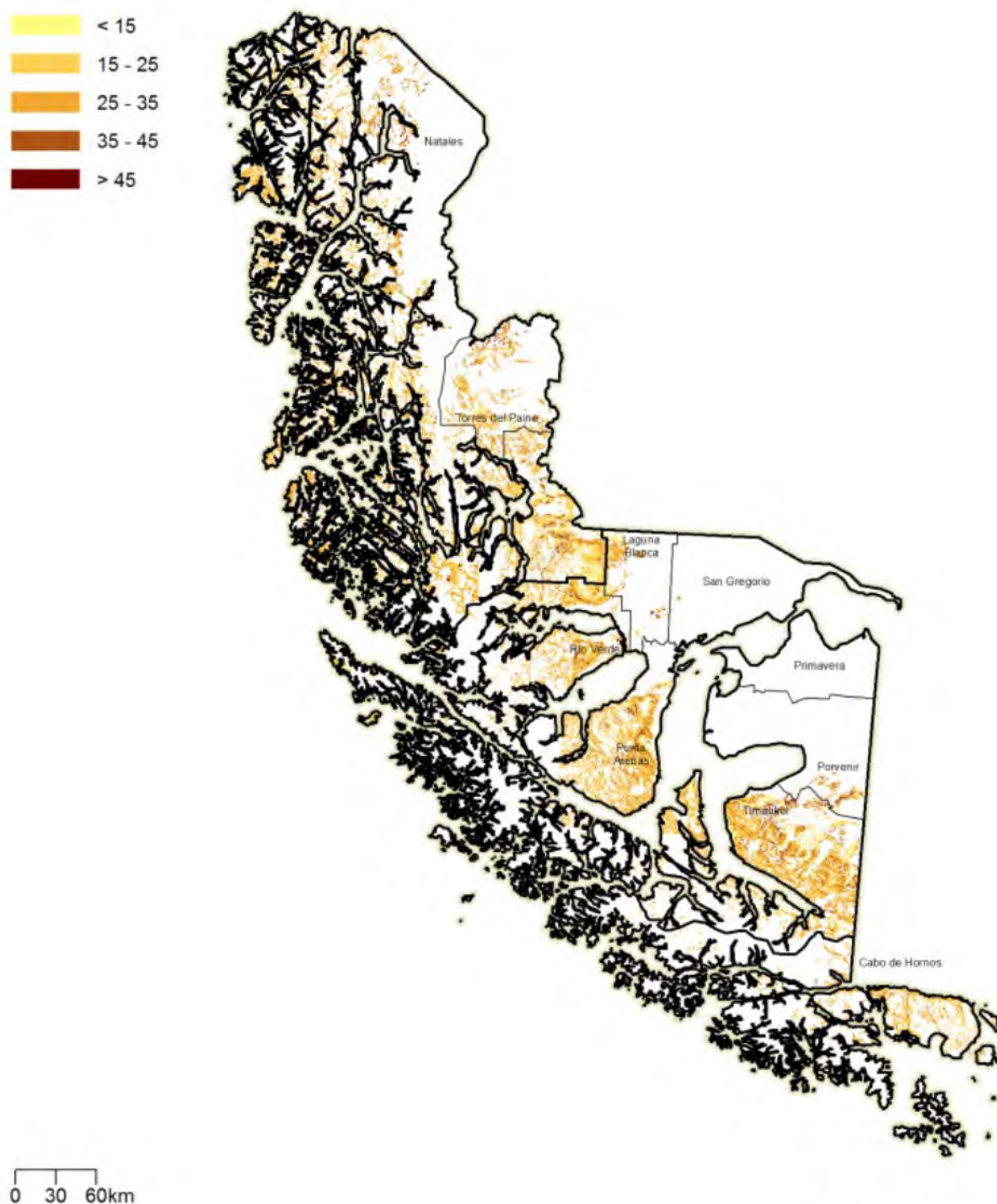
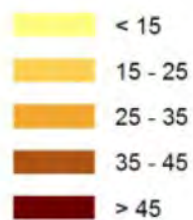


Figura 7

EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE MAGALLANES



CAPÍTULO
04

**EXISTENCIAS
DE CARBONO**



INTRODUCCIÓN

La cantidad de carbono capturado en los bosques naturales del país es un tema de alto interés actualmente, en especial desde la cumbre de Río de 1992 y la implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC). En este contexto se reportan de forma referencial aquí las existencias de bosques en su equivalencia a gases efecto invernadero¹. Estas equivalencias se estiman bajo el detalle metodológico descrito en Capítulo I del presente informe (Capítulo I: Procesamiento para la Estimación de Existencias en Biomasa y Carbono). Los datos entregados en estos cuadros resúmenes se refieren a $tCO_2\text{-eq}$ total aérea y radicular de individuos vivos. No obstante, en base de datos se cuenta con información de biomasa para material muerto en pie y desechos gruesos.



EXISTENCIAS DE $tCO_2\text{-eq}$ A NIVEL REGIONAL

Las existencias de $tCO_2\text{-eq}$ para aquellas regiones más relevantes por sus posibilidades de constituir datos de actividad (activity data) se detallan a continuación. Estas alcanzan para toda el área inventariada a 8.199.930.283 $tCO_2\text{-eq}$. Las existencias medias de $tCO_2\text{-eq}$ más altas se dan en la región de Los Lagos con 772,18 $tCO_2\text{-eq}$ /ha, con un aporte de captura anual bruta de 12,41 $tCO_2\text{-eq}$ /ha. La captura anual bruta total para todas las regiones alcanza los 152.533.174 $tCO_2\text{-eq}$.

¹ Si bien la IPCC enfatiza los cambios en existencias de biomasa leñosa debidas a cambios de uso o debidas a prácticas de manejo, estos datos sirven de referencia respecto de los cambios producidos en terrenos forestales que siguen siendo terrenos forestales. No se entregan cifras netas por no existir aún datos de mortalidad, los que estarán disponibles solo después varios períodos de monitoreo.

Cuadro 1
EXISTENCIAS DE CO₂-EQ A NIVEL REGIONAL

Región	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Coquimbo	60,38	-	3.5140	212.179	-
Valparaíso	89,82	1,25	95.463	8.574.739	119.370,06
Metropolitana	93,54	1,32	93.526	8.748.386	123.548,84
O'higgins	147,84	1,72	118.013	17.446.539	202.409,22
Maule	140,61	5,54	370.330	52.070.723	2.051.340,88
Bio Bío	385,12	18,17	786.208	302.786.221	14.287.614,29
La Araucanía	545,36	15,72	908.501	495.464.264	14.282.864,77
Los Ríos	659,48	15,38	849.771	560.409.608	13.066.248,61
Los Lagos	772,18	12,41	2.758.873	2.130.334.720	34.250.080,00
Aysén *	745,14	13,49	3.903.618	2.908.725.013	52.667.690
Magallanes *	689,74	8,64	2.486.668	1.715.157.893	21.482.007,57

* incluye en el valor de inventarios realizados en zonas de archipiélagos

EXISTENCIAS DE tCO₂-eq A NIVEL PROVINCIAL

Los cuadros a continuación describen el desglose a nivel provincial para las regiones inventariadas. No se desglosan aquí las regiones de Coquimbo a O'Higgins debido a la pobre representación muestral en estas regiones en superficies de bosques.

• Existencias Provinciales Región del Maule

Cuadro 2
EXISTENCIAS DE CO₂-EQ DE LA REGIÓN DEL MAULE A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Curicó	268,25	-	105.896	28.406.909	-
Linares	164,15	0,88	160.213	26.298.364	141.166
Talca	74,19	0,52	90.420	6.708.734	46.708

• Existencias Provinciales Región del Bio Bio

Cuadro 3

EXISTENCIAS DE CO₂-EQ DE LA REGIÓN DEL BIO BÍO A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Arauco	397,35	15,39	92.714	36.839.568	1.426.839
Bio Bio	417,98	22,87	436.587	182.483.426	9.983.347
Ñuble	392,11	18,89	231.021	90.584.402	4.363.141

• Existencias Provinciales Región de La Araucanía

Cuadro 4

EXISTENCIAS DE CO₂-EQ DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Cautín	577,82	14,21	490.142	283.216.024	6.966.423
Malleco	511,70	17,29	418.360	214.075.357	7.231.545

• Existencias Provinciales Región de Los Ríos

Cuadro 5

EXISTENCIAS DE CO₂-EQ DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Ranco	921,95	9,85	406.351	374.633.149	4.002.809
Valdivia	552,55	17,63	443.420	245.013.428	7.816.321

• Existencias Provinciales Región de Los Lagos

Cuadro 6

EXISTENCIAS DE CO₂-EQ DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Chiloé	760,21	13,35	621.928	472.797.712	8.301.827
Llanquihue	530,99	9,77	776.992	412.572.923	7.587.561
Osorno	731,83	12,83	377.345	276.153.461	4.841.957
Palena	989,64	12,99	982.608	972.431.350	12.764.707

• Existencias Provinciales Región de Aysén

Cuadro 7

EXISTENCIAS DE CO₂-EQ DE LA REGIÓN DE AYSÉN A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Aysén	896,73	11,11	997.771	894.733.408	11.083.073
Capitán Prat	546,06	-	429.015	246.914.300	-
Coyhaique	763,74	14,45	562.834	429.859.922	8.132.952
General Carrera	632,92	-	302.107	220.017.773	-

Cuadro 8

EXISTENCIAS DE CO₂-EQ DE LA REGIÓN DE AYSÉN A NIVEL PROVINCIAL (ARCHIPIÉLAGOS)

Provincia	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Aysén	843,23	12,58	1.611.890	1.359.199.551	20.283.452
Capitán Prat	-	-	429.015	-	-

• Existencias Provinciales Región de Magallanes

Cuadro 9

EXISTENCIAS DE CO₂-EQ DE LA REGIÓN DE MAGALLANES A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Magallanes	598,36	-	436.080	260.932.420	-
Tierra del Fuego	878,38	-	324.424	284.968.506	-
Ultima Esperanza	779,49	12,14	316.835	246.969.423	3.847.461

Cuadro 10

EXISTENCIAS DE CO₂-EQ DE LA REGIÓN DE MAGALLANES A NIVEL PROVINCIAL (ARCHIPIÉLAGOS)

Provincia	Existencias Medias (tCO ₂ -eq/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico (tCO ₂ -eq/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales (tCO ₂ -eq)	Incremento Fustal Total Anual Periódico (tCO ₂ -eq)
Magallanes	-	-	253.003	-	-
Tierra del Fuego	-	-	124.693	-	-
Ultima Esperanza	573,26	4,55	1.031.632	591.391.576	4.698.404



CAPÍTULO
05

**ASPECTOS
SOCIOECONÓMICOS**

RESULTADOS DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL (IFN), REGIONES DE LOS RÍOS, LOS LAGOS Y AYSÉN. COMPARACIÓN 2015-2022



■ INTRODUCCIÓN

En el marco del componente socioeconómico del “Inventario Forestal Nacional” (IFN), se encuestó por segunda vez a los principales tomadores de decisión (propietarios y/o administradores) de explotaciones silvoagropecuarias¹ con presencia de bosque nativo en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén, quienes habían sido encuestados en 2015 (Reyes, 2021). En 2020 se aplicó la encuesta en la región de Los Ríos, en 2021 en la región de Los Lagos y en 2022 en la región de Aysén.

Las explotaciones fueron caracterizadas desde un punto de vista socio-productivo: caracterización del tomador de decisión (personal natural o jurídica), caracterización del núcleo familiar o empresa, caracterización de las explotaciones (superficie predial, usos del suelo, etc.), caracterización de subsistemas productivos (agrícola, pecuario, forestal y extrapredial, entre otros) y descripción de un conjunto de elementos adicionales: caminos de acceso, distancia a los mercados, historia de las explotaciones, etc., siguiendo el protocolo descrito en Rojas *et al.* (2021).

El modelo de análisis adoptado asume que los tomadores de decisión desean “*aumentar, o al menos mantener, cierto nivel de bienestar*”, objetivo para el cual utilizan todos los recursos que tienen a su disposición. Entre estos recursos se cuentan el capital humano (escolaridad y fuerza de trabajo), el capital financiero (ahorros, ingresos monetarios, etc.), el capital natural (bosque nativo, praderas, etc.) y un conjunto de elementos de contexto que se consideran relevantes, como la calidad de los caminos de acceso y la tenencia de la tierra, entre otros. Los bosques forman parte del capital natural y están disponibles para proveer múltiples bienes y servicios: madera, leña, agua, biodiversidad, etc.

1 Explotación silvoagropecuaria: todo terreno que se utiliza total o parcialmente en actividades agrícolas, ganaderas y/o forestales por un productor, sin consideración de tenencia o tamaño. La explotación puede comprender parte de un predio, uno o varios predios colindantes o separados, ubicados en una misma comuna y siempre que en conjunto formen la misma Unidad Técnica (INE, 2007).

Este análisis cubrió el periodo comprendido entre el 2015 y 2020-2022, el cual fue especialmente “anormal” debido a las cuarentenas y las restricciones de movilidad a las que imperaron debido a la pandemia de COVID19, así como también las alteraciones producidas en las cadenas de abastecimiento y las excepcionales medidas gubernamentales para abordar la crisis social resultante (imposibilidad de trabajar, falta de ingresos, subsidios, etc.). Considerando ese contenido, este informe muestra cambios en los sistemas productivos que no serían vistas en un periodo normal, lo que es especialmente interesante.

El componente socioeconómico del IFN tiene por finalidad identificar los factores sociales y productivos que inciden sobre el uso del bosque nativo (promotores socioeconómicos), especialmente sobre el uso maderero y ganadero del bosque, analizar cómo estos factores cambian a través del tiempo y la manera en que estos cambios inciden en el estado del bosque, y elaborar propuestas de política pública orientados a su protección y recuperación. En la primera sección del documento se describe el modelo teórico y luego la metodología. En las secciones siguientes se presentan los principales resultados del monitoreo realizado entre 2015 y 2020-2022, se discute sobre ellos y se plantean algunas conclusiones.

■ MODELO TEÓRICO

Decisión de utilizar el bosque a partir de una percepción sesgada de utilidad

Dado que el 70% del bosque nativo en Chile está en manos privadas, su uso es el resultado de decisiones que emergen a partir de la interacción de una serie de factores: características de los tomadores de decisión, mercados, contexto socioeconómico y ambiental, políticas públicas, entre otros (Amacher *et al.*, 1996; Heltberg *et al.*, 2000; Heltberg, 2002; Joshi and Mehmood, 2011). Algunos de estos factores son propios del tomador de decisión y su explotación y no cambian bruscamente, como edad, escolaridad y calidad de sitio, mientras que otros sí (ej. uso del suelo). Es así como se puede diferenciar variables estructurales (estables) y transitorias (cambiantes), las que a su vez se diferencian por el grado de control que puede ejercer el tomador de decisiones sobre ellas (bajo o alto) (Cuadro 1).

Cuadro 1
EJEMPLOS DE VARIABLES QUE INCIDEN EN LA TOMA DE DECISIÓN

Control que ejerce el tomador de decisión	Velocidad de cambio	
	Estructurales	Transitorias
Alto nivel de control	Escolaridad del tomador de decisión y tamaño explotación	Área sembrada con trigo y extracción de madera nativa
Bajo nivel de control	Distancia a los mercados y productividad del bosque	Disponibilidad de empleos e ingreso monetario

Los tomadores de decisión desarrollan sistemas productivos que incluyen actividades dentro y fuera de la explotación. Dentro de la explotación realizan actividades agrícolas (cereales, papas y frutales), ganaderas (crianza, engorda y lechería), silvícolas (manejo de bosque nativo y plantaciones forestales) y otras (arriendo de partes de la explotación para la producción silvoagropecuaria, arriendo de terrenos para la instalación de antenas de telefonía u otros, cabañas y otros emprendimientos turísticos, etc.). Fuera de la explotación, los tomadores de decisión y sus familias (o empresas, en el caso de personas jurídicas) también realizan actividades productivas por las cuales reciben un ingreso. Todas estas actividades generan lo que se conoce como ingresos extraprediales.

Los sistemas productivos son dinámicos y cambian a través del tiempo, por ejemplo, los predios se heredan y se dividen, lo que implica cambios en el tomador de decisión; la economía crece y surgen nuevas oportunidades de ingreso, mejoran los caminos, etc.

Heltberg *et al.* (2000) plantean que debido a que en áreas rurales la oferta y demanda de mano de obra se deciden al mismo tiempo, los modelos deben considerar un supuesto de no-separabilidad. Eso quiere decir que los tomadores de decisión deciden la cantidad de recursos asignados a actividades dentro y fuera del predio, evaluando los costos y beneficios de diferentes alternativas, en un proceso heurístico (basado en la experiencia) (U_{ijt} , ecuación 1). Por este motivo, el uso del bosque no depende solo de su disponibilidad física, sino también de la ubicación del predio, la disponibilidad de mano de obra y del desempeño de otras actividades que generan bienes y servicios (Deweese, 1989).

Para incorporar esto se seleccionó un modelo de utilidad aleatorio que representa la decisión de utilizar los bosques para generar ingresos (Walker and Ben-Akiva, 2002).

$$U_{ijt} = V_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$$

$$V_{ijt} = \beta_i X_i$$

$$U_{ijt} = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \dots + \varepsilon_{ijt} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Si, $U_{ijt} \geq U_{i-1jt}$, se decide extraer madera u otros productos del bosque

Si, $U_{ijt} < U_{i-1jt}$, no se decide extraer madera u otros productos del bosque

Donde:

U_{ijt} = Utilidad percibida con respecto a la alternativa i (extraer madera del bosque) por el tomador de decisión j en el momento t.

U_{i-1jt} = Utilidad percibida con respecto a la alternativa i-1 (no extraer madera del bosque) por el tomador de decisión j en el momento t.

V_{ijt} = Fracción observable² de la función de utilidad de la alternativa i por el tomador de decisión j en el momento t.

β_i = Parámetros del modelo.

X_i = Variables que influyen en la toma de decisión.

ε_{ijt} = Fracción no observable de la función de utilidad de la alternativa i por el tomador de decisión j en el momento t.

El tomador de decisión j tomará la alternativa i en vez de i-1 en el momento t, cuando la utilidad percibida de i sea mayor a la utilidad percibida de i-1. Por ejemplo, si la alternativa i era extraer madera del bosque (variable transitoria sobre la cual el tomador de decisión tiene un alto nivel de control), pero se genera una buena oportunidad laboral fuera del predio (variable transitoria sobre la cual el tomador de decisión tiene un bajo nivel de control), entonces el tomador de decisión podría optar por i-1 (no extraer madera y dedicarse a otra actividad).

2 Parte de la función de utilidad que es posible evaluar usando las variables disponibles en el estudio.

Es importante diferenciar la decisión de extraer madera de aquellas decisiones que resultan en la producción de madera. Muchas veces se produce leña o carbón vegetal como consecuencia de otras decisiones, distintas a la de extraer madera, como por ejemplo cuando se talan bosques para ampliar áreas de cultivo y se aprovechan los desechos del roce (Reyes *et al.*, 2018). Esos productos no se generan a partir de la decisión de extraer madera (alternativa i), sino como consecuencia de la decisión de no extraer madera y dedicar las tierras a otros fines (alternativa i-1).

La percepción de utilidad del tomador de decisión con respecto a la opción de extraer madera u otros productos del bosque (U_{ijt}) depende fuertemente del costo de oportunidad del capital (escolaridad, mano de obra, ahorros, etc.). Hipotéticamente, todas aquellas variables que aumenten dicho costo disminuirían la probabilidad de que se decida extraer madera u otros productos del bosque (ej. buena accesibilidad, alto nivel de escolaridad, cercanía a centros urbanos, etc.), mientras que lo contrario ocurriría con aquellas variables que reducen el costo de oportunidad del capital (ej. mala accesibilidad, baja escolaridad, abundancia de bosques, etc.).

Los aspectos considerados en la función de utilidad fueron: capital humano (CH), capital natural disponible dentro de la explotación (CN), capital financiero (CF) y elementos de contexto (EC; precios de mercado, accesibilidad de la explotación, etc.), cada uno de los cuales se expresó a través de un conjunto de variables (Cuadro 2), tal como se desarrolla en Rojas *et al.* (2021).

Cuadro 2
VARIABLES ELABORADAS A PARTIR DE LA ENCUESTA

Categoría	Variables
Capital humano	Tipo de tomador de decisiones (persona natural o jurídica) Edad del principal tomador de decisiones (años) Escolaridad del principal tomador de decisiones (años)
Capital natural	Tamaño de la explotación (hectáreas) Superficie de bosque nativo (hectáreas) Cobertura de bosque nativo (%)
Capital financiero	Ingreso total (\$/año) Importancia del ingreso extrapredial (%) Importancia del ingreso agrícola (%) Importancia del ingreso ganadero (%) Importancia del ingreso no monetario por autoconsumo (%) Cantidad de bovinos Cantidad de ovinos y caprinos Presencia y extensión de plantaciones forestales
Elementos de contexto	Distancia a la ciudad más cercana (km) Distancia a la ciudad principal de la región (km) Uso residencial del predio (si/no) Calidad del camino de acceso* Tenencia de la tierra (si/no) Precios de productos (\$/unidad)

* Calidad baja (vehículos 4 x 4), media (camiones pequeños) y alta (camiones con acoplado).

La Figura 1 muestra el proceso de toma de decisión a través del tiempo. En el tiempo $t-1$ (izquierda) el tomador de decisión j decidirá sobre i (extraer madera del bosque) e $i-1$ (no extraer) en base al capital humano disponible (CH_{jt-1}), el capital natural (CN_{jt-1}), el capital financiero (CF_{jt-1}) y elementos de contexto (EC_{jt-1}), a partir de lo cual se generará un nuevo set de bienes y servicios que incidirá sobre las decisiones del siguiente ciclo (derecha, tiempo t).

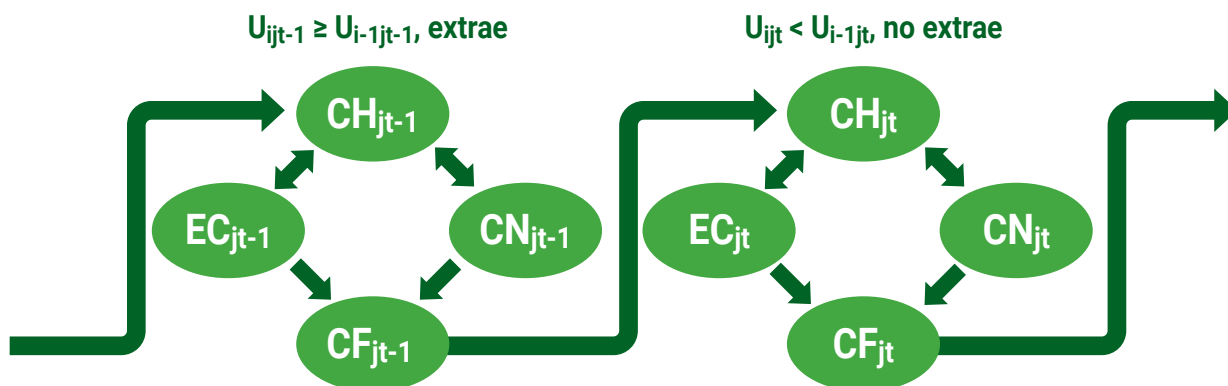


Figura 1
PROCESO DE TOMA DE DECISIÓN RELATIVO A LA EXTRACCIÓN DE MADERA DEL BOSQUE

La decisión de extraer productos del bosque depende de los cambios producidos en el capital humano, el capital natural, el capital financiero y el contexto (mercados, políticas, etc.). Esto resulta en periodos en los que esta opción tendría una mayor probabilidad de ocurrencia, cuando $U_{ijt} \geq U_{i-1jt}$, y otros en los que sería menos probable. Es así como cada bosque seguiría distintas trayectorias de uso: A-B, A-C o A-Z, las cuales implicarían su recuperación, mantención o degradación (Figura 2).

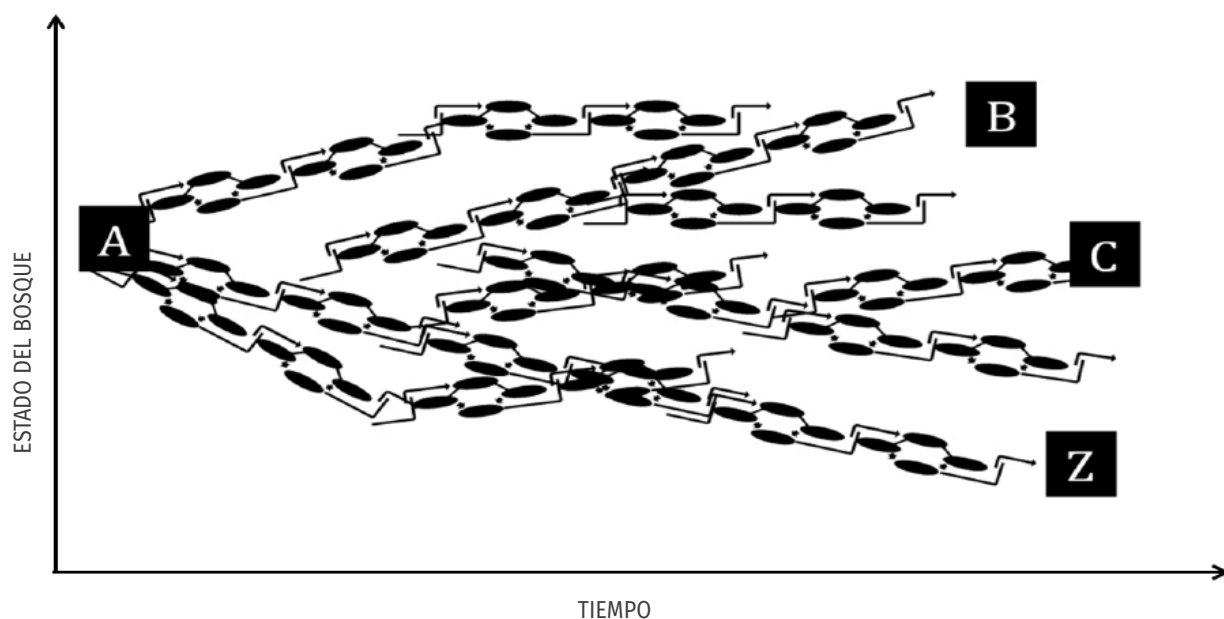


Figura 2
TOMA DE DECISIÓN CON RESPECTO AL BOSQUE NATIVO A TRAVÉS DEL TIEMPO

■ MÉTODO

La cantidad y distribución de encuestas socioeconómicas realizadas en 2015 (línea base) y repetidas entre 2020 y 2022 en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén, se presentan en el Cuadro 3 y en la Figura 3.

Cuadro 3
CANTIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE EXPLOTACIONES QUE FORMAN PARTE DE LA MUESTRA

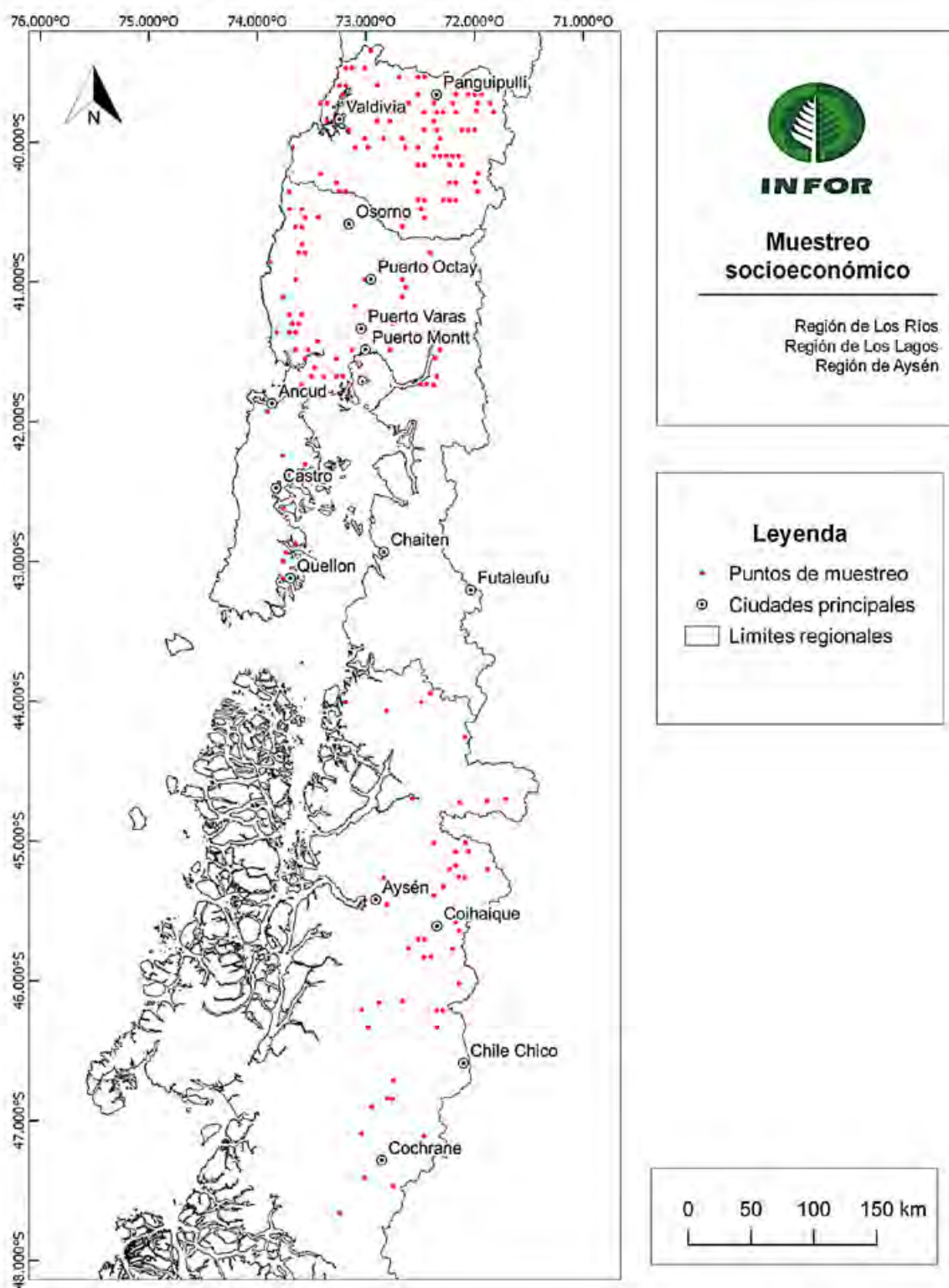
Región	Explotaciones encuestadas en 2015	Explotaciones re-encuestadas entre 2020-2022
Los Ríos	88	85
Los Lagos	93	60
Aysén	85	49
Total	266	194

Para agendar las encuestas se llamó por teléfono a los principales tomadores de decisión de las explotaciones que forman parte de la muestra, o se les envió un email, aprovechando la base de datos creada en 2015. Cuando no se contó con esta información, los predios fueron visitados sin previo aviso. Como parte del protocolo, los encuestadores se presentaron y presentaron los objetivos del estudio, leyeron la carta de consentimiento previo e informado (Anexo 1), y en caso de ser aceptada aplicaron la encuesta.

Esta presentación fue fundamental, pues es necesario reconectar y mantener a los tomadores de decisión que ya fueron encuestados en 2015. Las explotaciones silvoagropecuarias que forman parte de la línea base no son reemplazables. Sin embargo, en algunos casos se verificó que los tomadores de decisión encuestados en 2015 no correspondían a los predios de interés, que son aquellos en los cuales hay un conglomerado biofísico. En estos casos, se procedió al reemplazo del predio y se ubicó al tomador de decisión del predio correspondiente para aplicarle la encuesta (hubo dos casos en las tres regiones).

Antes de comenzar la encuesta propiamente tal se les preguntó a los tomadores de decisión lo siguiente: ¿En general, usted diría que se puede confiar en la gente? Incluir una pregunta que permita tener una percepción del nivel de confianza del entrevistado es parte de los procedimientos normales en este tipo de estudios (Johnson y Mislin, 2012). La respuesta que se obtiene refleja indirectamente la predisposición que tiene el encuestado con respecto al encuestador. Esto se incluye en los análisis estadísticos como una variable de ajuste.

La encuesta cubrió temas relacionados con el uso de suelo de la explotación, características socio-demográficas del principal tomador de decisiones y su entorno (familia o empresa), y la producción dentro y fuera de la explotación. El ingreso total (monetario y no monetario llevado a pesos) fue estimado a partir de la suma de los ingresos percibidos dentro y fuera de la explotación. En el caso de la producción agrícola, ganadera y forestal extrapredial, los ingresos correspondieron a la valoración de la producción de bienes y servicios. En el caso de los salarios, se consideraron los salarios de todos los integrantes del grupo familiar que dependen económicamente del tomador de decisión, estimados en base a promedios regionales.



Nota: los puntos rojos muestran la ubicación de las explotaciones que han sido encuestadas en 2015 y 2020-22

Figura 3
PUNTOS DE MUESTREO

■ RESULTADOS

• Cambios observados en los tomadores de decisión

En el 17% de los casos hubo cambios en la propiedad de las explotaciones, los cuales se deben a sucesiones que se regularizan, predios que entran en sucesión debido al fallecimiento del dueño(a) y predios que se venden, mientras que en el 31% de los casos cambió el tomador de decisión (Cuadro 4). Estos cambios en la toma de decisión pueden ser consecuencia de cambios en la propiedad de la explotación, como también a tomadores de decisión que envejecen, cambian su residencia, o administradores que dejan de trabajar para empresas agrícolas o forestales.

Cuadro 3
CAMBIOS EN LA PROPIEDAD Y EN LA TOMA DE DECISIÓN DE LAS EXPLOTACIONES

Región	Cambios en la propiedad (casos)	% casos	Cambios en la toma de decisión (casos)	% casos
Los Ríos	12	14	36	42
Los Lagos	7	12	11	18
Aysén	13	27	14	29
Total	33	17	61	31

Cambios en la propiedad de las explotaciones no siempre implican cambios en la toma de decisión, pues muchas veces predios que entran en sucesión (o salen) mantienen al mismo tomador de decisión. Ese es el caso de la región de Aysén, que es la que muestra los mayores porcentajes de cambio en la propiedad de las explotaciones (27%), no así en la toma de decisión, donde la región de Los Ríos muestra el mayor porcentaje (42%). Esto se debe a que gran parte de las explotaciones están en manos de empresas (reemplazo de administradores).

En general, se mantiene la proporción de explotaciones que están en manos de personas naturales (propietario/ usufructuario individual, sucesiones o sociedades de hecho sin contrato legal, y comunero en goce individual) y personas jurídicas. Sin embargo, se observan casos en los que esta condición cambia. Por ejemplo, algunas familias crean sociedades de responsabilidad limitada para la administración de las explotaciones, especialmente cuando los/las jefes(as) de hogar envejecen (antes de ser heredadas). Esto implica que la explotación queda en manos de una persona jurídica. Por el contrario, algunas comunidades indígenas (personas jurídicas) entregan goces individuales a sus comuneros, lo que implica un cambio en la dirección contraria.

La escolaridad promedio de los tomadores de decisión aumentó levemente, de 9,3 a 9,7 años de escolaridad formal entre 2015 (error estándar= 0,94 años) y 2020-2022 (error estándar= 0,97 años). Sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa. A nivel regional, se observa que: a) En 2015 la región de Aysén era la que mostraba la menor escolaridad promedio, con 8,3 años, lo que aumentó a 9,5 años en 2022; b) La región de Los Lagos redujo levemente la escolaridad promedio de los tomadores de decisión, pasando de 9,2 a 8,9 años entre 2015 y 2021; y c) La región de Los Ríos aumentó la escolaridad promedio de los tomadores de decisión de 9,9 a 10,5 años entre 2015 y 2020. Los cambios observados en las regiones de Aysén y Los Ríos son estadísticamente significativos, no así el observado en la región de Los Lagos (Figura 4).

La edad promedio de los tomadores de decisión de las regiones en cuestión aumentó de 58,5 años a 60,9 entre 2015

y 2020-22, con un error estándar de 0,93 años en ambas mediciones. Si bien, han transcurrido más de 5 años entre ambas mediciones, el aumento en la edad promedio de los tomadores de decisión no avanzó en igual magnitud, debido a que parte de ellos cambió, siendo los nuevos tomadores de decisión, en general, más jóvenes que los anteriores. A nivel regional, se observó un envejecimiento claro y estadísticamente significativo en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, no así en la región de Aysén (Figura 5). En 2015, los tomadores de decisión de la región de Aysén eran más viejos que en las otras dos regiones, diferencia que ya no es tal en 2022, promediando en ambas cerca de 61 años.

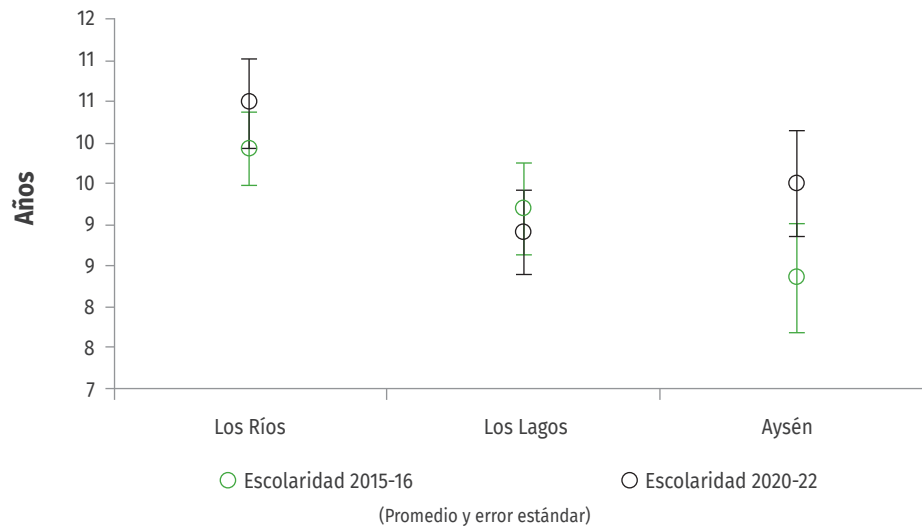


Figura 4
ESCOLARIDAD DE LOS TOMADORES DE DECISIÓN ENTRE 2015 Y 2020-22
EN LAS REGIONES DE LOS RÍOS, LOS LAGOS Y AYSÉN

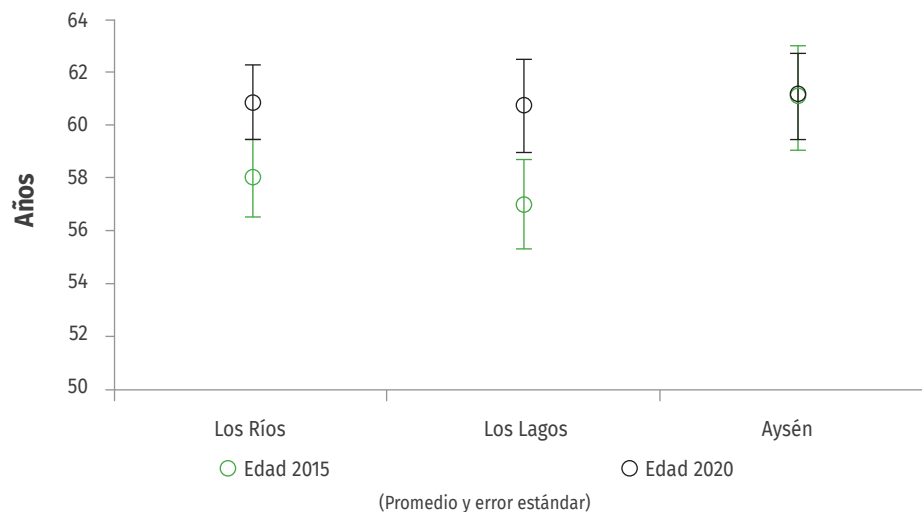


Figura 5
EDAD DE LOS TOMADORES DE DECISIÓN ENTRE 2015 Y 2020-22
EN LAS REGIONES DE LOS RÍOS, LOS LAGOS Y AYSÉN

Por otra parte, se produjo un aumento del 10% en la cantidad de tomadores de decisión que viven total o parcialmente en las explotaciones, entre 2015 y 2020-2022. Sin embargo, al desagregar los datos por región, se observa que en la región de Los Ríos no se produjeron cambios, en la región de Aysén el cambio fue marginal (aumentó del 80% al 84%) y en la región de Los Lagos fue muy significativo (aumentó del 70% al 88%). Este proceso incipiente de migración urbano-rural, o neo-ruralización, fue acompañado por mayores niveles de formalidad en la tenencia de la tierra. De hecho, en la región de Los Lagos, la proporción de explotaciones que tienen regularizada la tenencia de la tierra aumentó del 55% al 78%, mientras que en las otras dos regiones casi no se produjeron cambios.

• Cambios observados en las explotaciones

Durante este periodo, la superficie promedio de las explotaciones no cambió significativamente. Los tamaños observados en 2015 se mantienen, siendo predominantes aquellas explotaciones que tienen entre 0 y 200 ha. En términos de la cobertura de bosque nativo se produjo una leve disminución en el valor promedio, pasando del 60% al 56%. A nivel regional, los cambios ocurridos en las regiones de Los Ríos y Aysén no son estadísticamente significativos, es decir, no hubo una pérdida de cobertura forestal nativa, lo que contrasta con lo ocurrido en la región de Los Lagos donde se reporta una caída del 68% al 58% (Figura 6).

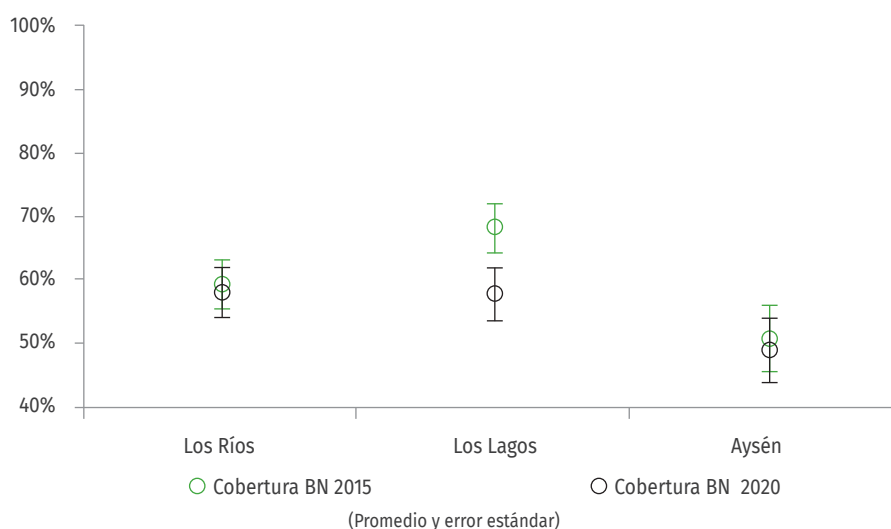


Figura 6
COBERTURA DE BOSQUE NATIVO EN LAS EXPLOTACIONES EN 2015 Y 2020-22
EN LAS REGIONES DE LOS RÍOS, LOS LAGOS Y AYSÉN

Por otra parte, al considerar las tres regiones, la superficie de plantaciones forestales (principalmente pinos y eucaliptos) se mantuvo constante en el periodo. Sin embargo, a nivel regional se observa una leve disminución en la región de Los Ríos y un aumento marginal en las regiones de Los Lagos y Aysén. Al mismo tiempo, se observa un aumento de las praderas naturales, praderas mejoradas y empastadas entre 2015 y 2020-22 en todas las regiones, especialmente en la región de Los Lagos, como resultado de una mayor demanda de forraje.

• Cambios observados en la importancia relativa de los distintos sub-sistemas productivos

En 2015, el 40% de las explotaciones tenían sistemas productivos que dependían de ingresos extraprediales³, y el 60% restante de ingresos intraprediales: 30% dependía del subsistema ganadero, 14% del subsistema forestal (bosque nativo y plantaciones), 7% de otras actividades (turismo y arriendos, principalmente), 6% del subsistema agrícola y 3% de subsistemas mixtos (sistemas diversificados). En 2020-2022, en cambio, el 50% de las explotaciones tenían sistemas productivos que dependían de ingresos extraprediales, lo que implica un aumento con respecto al 2015. En el ámbito intrapredial, se observó una caída en la proporción de explotaciones que dependen del subsistema agrícola (del 6% al 2%), una leve disminución de aquellas que dependen del subsistema ganadero (del 30% al 27%), y un aumento marginal de aquellas que dependen del subsistema forestal (Figura 7).

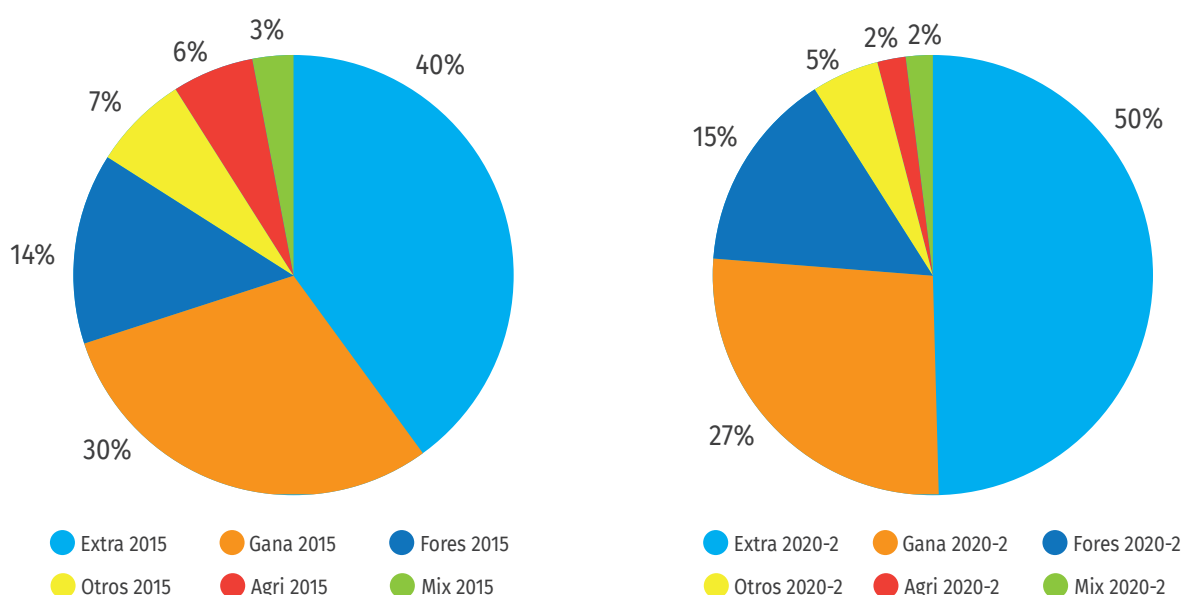


Figura 7
SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS PREDOMINANTES EN LAS EXPLOTACIONES EN 2015 Y 2020-2022
EN LAS REGIONES DE LOS RÍOS, LOS LAGOS Y AYSÉN

Al comparar ambos periodos, se observa que, de las 194 explotaciones monitoreadas en las tres regiones, 111 (57%) mantuvieron una estructura de ingresos relativamente estable (diagonal gris, Cuadro 5). De estas 111 explotaciones, 59 corresponden a explotaciones que dependían y siguen dependiendo de ingresos extraprediales, 31 que dependen de actividades ganaderas, 17 de actividades forestales, 3 de otras actividades y 1 de actividades agrícolas. Las 83 explotaciones restantes cambiaron la composición de sus ingresos. Por ejemplo, de diez explotaciones que dependían del subsistema agrícola en 2015, cinco dependen del subsistema ganadero en 2020-2022, cuatro del subsistema extrapredial y solo una de sistemas mixtos (primera línea Cuadro 5).

Los cambios más frecuentes fueron (celdas en amarillo): a) explotaciones que dependían del ingreso ganadero en 2015 y que vieron un aumento significativo del ingreso extrapredial (19 casos), y b) explotaciones que dependían del ingreso extrapredial en 2015 y vieron un aumento significativo del ingreso ganadero (10 casos).

³ Representando más del 50% del ingreso total de las explotaciones.

Cuadro 5
TRAYECTORIA DE CAMBIO EN LOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS PREDOMINANTES
EN LAS REGIONES DE LOS RÍOS, LOS LAGOS Y AYSÉN

Subsistema	Agri 2022	Gana 2022	Fores 2022	Otros 2022	Extra 2022	Mix 2022	Total
Agri 2015	1	5	0	0	4	1	11
Gana 2015	1	31	4	1	19	2	58
Fores 2015	0	3	17	1	6	0	27
Otros 2015	0	3	1	3	7	0	14
Extra 2015	1	10	5	3	59	0	78
Mix 2015	0	1	2	1	2	0	6
Total	3	53	29	9	97	3	194
% cambio	-73%	-9%	7%	-36%	24%	-50%	

Al realizar el mismo análisis a nivel regional, se observa que en la región de Los Ríos 47 de las 85 explotaciones mantuvieron una estructura de ingresos estable (55%). De estas, 26 corresponden a explotaciones que dependían y siguen dependiendo de ingresos extraprediales, 13 que dependen de actividades ganaderas, 5 de actividades forestales, 2 de otras actividades y 1 de actividades agrícolas. Las 38 explotaciones restantes cambiaron la composición de sus ingresos. Los cambios más frecuentes fueron (celdas en amarillo): a) Explotaciones que dependían del ingreso extrapredial en 2015 y vieron un aumento significativo del ingreso ganadero (6 casos), y b) Explotaciones que dependían de otros ingresos en 2015 (turismo y arriendos) y vieron un aumento importante del ingreso extrapredial (Cuadro 6).

En la región de Los Lagos, 35 de 60 explotaciones mantuvieron una estructura de ingresos estable (58%). De estas, 22 corresponden a explotaciones que dependían y siguen dependiendo de ingresos extraprediales, 7 que dependen de actividades ganaderas, 5 de actividades forestales y 1 de otras actividades. Las 25 explotaciones restantes cambiaron la composición de sus ingresos. El cambio más frecuente fue (celdas en amarillo): a) Explotaciones que dependían del ingreso ganadero en 2015 y que vieron un aumento del ingreso extrapredial (6 casos) (Cuadro 7).

Cuadro 6
TRAYECTORIA DE CAMBIO EN LOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS PREDOMINANTES EN LOS RÍOS

Subsistema	Agri 2020	Gana 2020	Fores 2020	Otros 2020	Extra 2020	Mix 2020	Total
Agri 2015	1	3	-	-	3	1	8
Gana 2015	1	13	2	-	4	1	21
Fores 2015	-	2	5	-	1	-	8
Otros 2015	-	2	1	2	6	-	11
Extra 2015	-	6	3	2	26	-	37
Mix 2015	-	-	-	-	-	-	-
Total	2	26	11	4	40	2	85
% cambio	-75%	24%	38%	-64%	8%		

Cuadro 7
TRAYECTORIA DE CAMBIO EN LOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS PREDOMINANTES EN LOS LAGOS

Subsistema	Agri 2021	Gana 2021	Fores 2021	Otros 2021	Extra 2021	Mix 2021	Total
Agri 2015	-	1	-	-	1	-	2
Gana 2015	-	7	1	1	6	-	15
Fores 2015	-	1	5	1	2	-	9
Otros 2015	-	-	-	1	1	-	2
Extra 2015	-	2	1	1	22	-	26
Mix 2015	-	1	2	1	2	-	6
Total	0	12	9	5	34	0	60
% cambio	-100%	-20%	0%	150%	31%	-100%	

En la región de Aysén, 29 de 49 explotaciones mantuvieron una estructura de ingresos estable (59%). De estas, 11 corresponden a explotaciones que dependían y siguen dependiendo de ingresos extraprediales, 11 que dependen de actividades ganaderas y 7 de actividades forestales. Las 20 explotaciones restantes cambiaron la composición de sus ingresos. El cambio más frecuente fue (celdas en amarillo): a) Explotaciones que dependían del ingreso ganadero en 2015 y que vieron un aumento significativo del ingreso extrapredial (9 casos) (Cuadro 8).

Cuadro 8
TRAYECTORIA DE CAMBIO EN LOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS PREDOMINANTES EN AYSÉN

Subsistema	Agri 2022	Gana 2022	Fores 2022	Otros 2022	Extra 2022	Mix 2022	Total
Agri 2015	-	1	-	-	-	-	1
Gana 2015	-	11	1	-	9	1	22
Fores 2015	-	-	7	-	3	-	10
Otros 2015	-	1	-	-	-	-	1
Extra 2015	1	2	1	-	11	-	15
Mix 2015	-	-	-	-	-	-	-
Total	1	15	9	0	23	1	49
% cambio	0%	-32%	-10%	-100%	53%		

Al considerar las 194 explotaciones, se observa que, en promedio, la importancia relativa del ingreso extrapredial aumentó entre 2015 y 2020-2022, pero solo del 43% al 46% (Figura 8). La importancia relativa del ingreso agrícola cayó fuertemente, así como el ingreso generado por otras actividades (turismo y arriendos). Sin embargo, la importancia relativa del ingreso generado por actividades ganaderas creció del 37% al 48% y aquel generado por la explotación maderera del bosque nativo del 23% al 32%. La importancia relativa del ingreso generado por el manejo de plantaciones forestales se mantuvo relativamente estable.

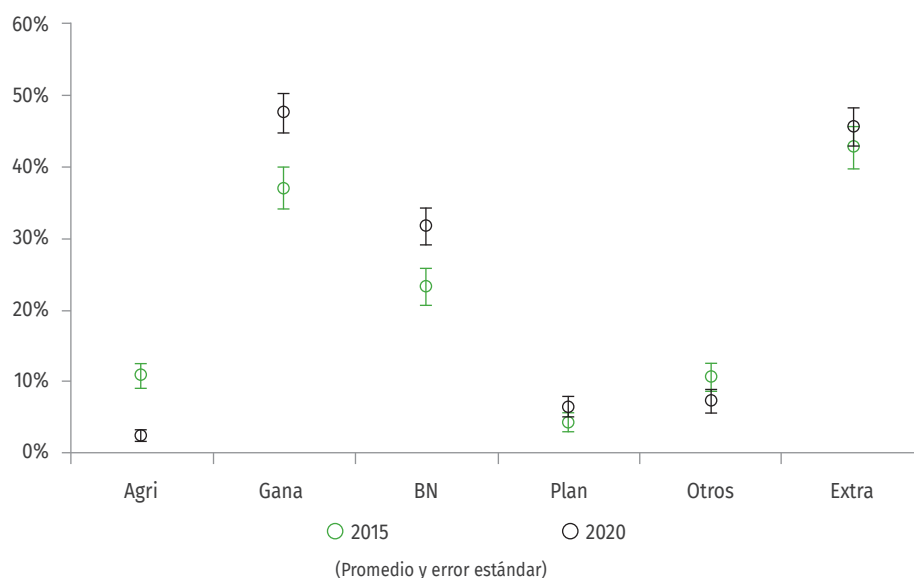


Figura 8
IMPORTANCIA RELATIVA DEL INGRESO GENERADO POR DISTINTOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS EN 2015 Y 2020-22 EN LAS REGIONES DE LOS RÍOS, LOS LAGOS Y AYSÉN

Subsistema agrícola

En general, las explotaciones realizan una agricultura de subsistencia que gira en torno al cultivo de papas, hortalizas (huerta), cultivos forrajeros y algunos frutales. La actividad agrícola tiende a ser más dinámica en la región de Los Ríos, en donde pueden encontrarse explotaciones con presencia de avellana europea, arándanos e incluso viñas. Lo más común, sin embargo, es el cultivo de cereales, especialmente en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, y de especies forrajeras (maíz forrajero, alfalfa, etc.). En las tres regiones se observa una caída en la proporción de explotaciones que comercializan productos agrícolas, en algunas de las cuales, incluso, las plagas estarían afectando la productividad de los cultivos (avellano europeo).

Subsistema ganadero

En 2015, el 63% de las explotaciones de las tres regiones tenían ganado bovino, lo que aumentó al 73% en 2020-2022. El ganado ovino se mantuvo en torno al 37-38% de las explotaciones, mientras que el caprino aumentó del 3% al 7% y el equino del 30% al 41%. A nivel regional, estas tendencias se mantienen, aunque en Aysén se observa una mayor presencia de todos los tipos de ganado.

Las explotaciones que forman parte de la muestra albergaban 28.452 bovinos en 2015, lo que aumentó a 30.490 cabezas en 2020-2022. Algo similar ocurrió con el ganado equino, de 781 animales en 2015 a 839 en 2020-2022. En el caso del ganado ovino, se produjo una leve caída durante el periodo, de 43.298 a 39.734 cabezas, mientras que el ganado caprino aumentó de 75 cabezas en 2015 a 198 cabezas en 2020-22. El ganado caprino sigue siendo marginal en las explotaciones.

Es interesante ver cuán estable es la masa ganadera en estas regiones, especialmente de bovinos y ovinos, con variaciones interanuales que no superan el 10%.

Subsistema plantaciones forestales

En 2015, el 10% de las explotaciones comercializaron algún producto maderero proveniente de plantaciones forestales, lo que se mantuvo en 2020-2022. El 70% vendieron leña o leña y otros productos, y el 30% restante otros productos (metros ruma y trozos aserrables, principalmente). En el 29% de los casos, dicha venta se mantuvo en ambos periodos, mientras que en el 71% restante eso no ocurrió. Esto deja en evidencia la alta intermitencia de la producción maderera de plantaciones, lo que se debe a una menor superficie, en comparación con el bosque nativo, y a una menor diversidad de clases de edad, lo que impide mantener la cosecha a través del tiempo.

La región de Los Ríos es la que tiene una mayor actividad en torno a las plantaciones forestales (16% de las explotaciones producen leña u otros productos), observándose una disminución en la producción de leña desde 2015 a 2021, mientras el volumen de trozas aserrables y metros rumas se mantuvo estable. En la región de Aysén, la cosecha de plantaciones forestales es marginal (dos explotaciones de 49), utilizándose preferentemente para la producción de trozas aserrables, mientras que en la región de Los Lagos hubo un aumento importante tanto del porcentaje de explotaciones que producen leña y otros productos, como de los volúmenes de producción.

Subsistema bosque nativo

En 2015, el 78% de las explotaciones extraían madera del bosque nativo, lo que aumentó al 80% en 2020-2022. En ambos periodos, el 50% de las explotaciones produce para autoconsumo (leña, postes para cercos y trozos aserrables), mientras que el otro 50% vende parte de la producción (normalmente son operaciones más grandes).

Por lejos, el producto que predomina es la leña, el cual está presente en el 90% de las explotaciones que extraen madera del bosque. En el 10% restante, no se produce leña, sino que trozos aserrables y productos de mayor valor.

En el 62% de las explotaciones hubo comercialización de madera nativa en ambos periodos (2015 y 2020-2022), lo que deja en evidencia una mayor estabilidad de la explotación del bosque nativo en comparación con el aprovechamiento de plantaciones forestales.

A nivel regional, Aysén es la que muestra una mayor estabilidad en la explotación comercial del bosque nativo, ya que en el 70% de los casos se vendió leña en ambos periodos, lo que cayó al 62% en la región de Los Ríos y al 55% en la región de Los Lagos.

Entre 2015 y 2020-2022 se produjo un aumento en los volúmenes de extracción de madera nativa. Este aumento fue del 47% en la región de Los Ríos, del 23% en la región de Los Lagos y del 13% en la región de Aysén.

Subsistema actividades extraprediales

Considerando las tres regiones, el 22% de los tomadores de decisión de las explotaciones realizaban algún tipo de trabajo asalariado en 2015, lo que se redujo al 19% en 2020-2022. El trabajo por cuenta propia, en tanto, se expandió del 23% al 30%, las transferencias de Estado del 14% al 34%, las medierías fuera de la explotación del 6% al 10%, y la producción silvoagropecuaria extrapredial del 2% al 13% (Figura 9).

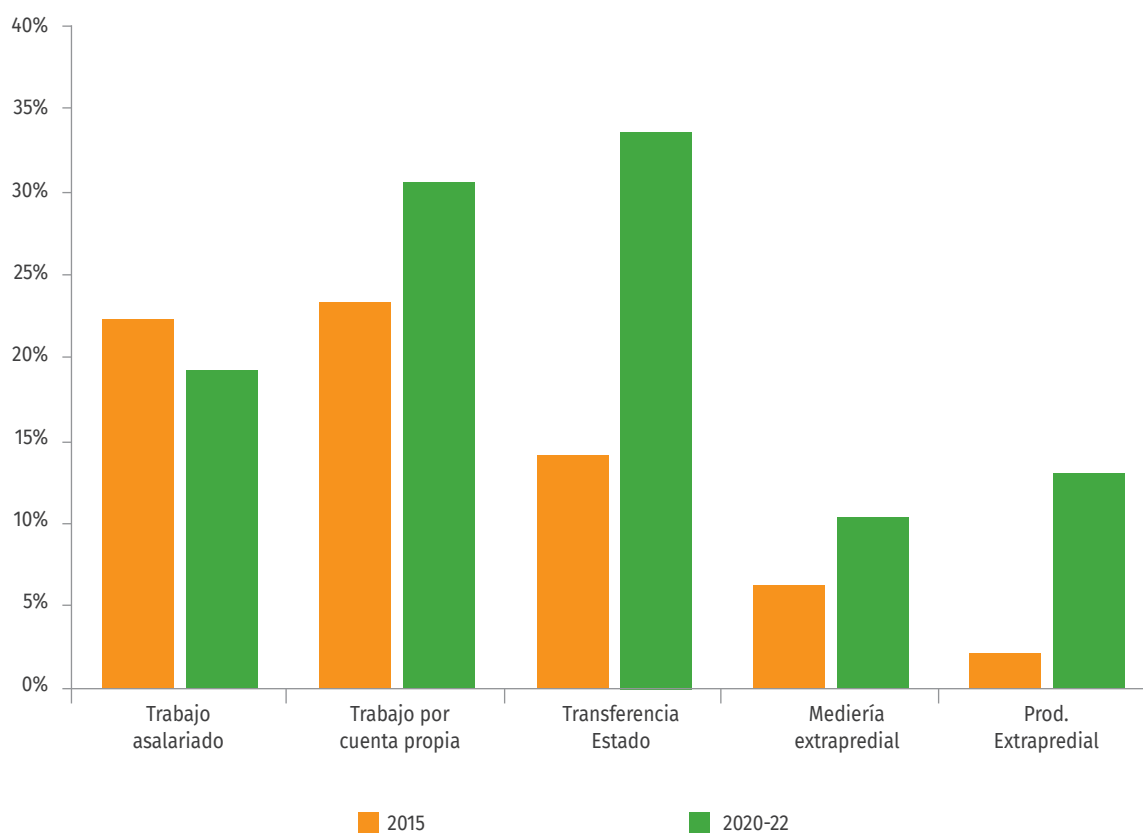


Figura 9
COMPOSICIÓN DEL INGRESO EXTRAPREDIAL EN 2015 Y 2020-2022 EN LAS TRES REGIONES

El trabajo asalariado muestra tendencias muy disímiles en las tres regiones. En la región de Los Ríos, el 34% de los tomadores de decisión realizaban trabajo asalariado en 2015, lo que cayó al 22% en 2020-22. En la región de Los Lagos, en cambio, el 13% de los tomadores de decisión realizaba trabajo asalariado en 2015, lo que aumentó al 20% en 2020-22, mientras que en la región de Aysén se mantuvo en el 12% (sin cambios). Si bien el trabajo asalariado sufrió una caída en la región de Los Ríos, llegó a niveles similares a los observados en la región de Los Lagos.

En lo que respecta al trabajo por cuenta propia (emprendimientos y trabajo ocasional como independiente), en las regiones de Los Lagos y Aysén aumentó del 25% al 48% y del 20% al 35% de los casos, respectivamente, mientras que en la región de Los Ríos se redujo del 24% al 15% entre 2015 y 2020-22. Por otra parte, las transferencias del Estado aumentaron en todas las regiones, expandiéndose del 2% al 12% de los casos en Los Ríos, del 33% al 53% en Los Lagos, y del 10% al 47% en Aysén. Las medierías extraprediales y la producción silvoagropecuaria extrapredial también aumentaron en todas las regiones, siendo especialmente importantes en las regiones de Los Lagos y Aysén.

Las diferencias observadas entre la región de Los Ríos y las regiones de Los Lagos y Aysén se deben en buena medida a los distintos tipos de tomadores de decisión que participan del estudio. Mientras que en Los Ríos predominan las explotaciones en manos de personas jurídicas (empresas agrícolas e instituciones), en las otras dos regiones predominan las personas naturales. Esto es bastante evidente al observar los ingresos por transferencias del Estado (subsidios y bonos), que en el caso de Los Ríos benefician a solo el 12% de los casos en 2020-2022, mientras que en las otras dos regiones gira en torno al 50%.

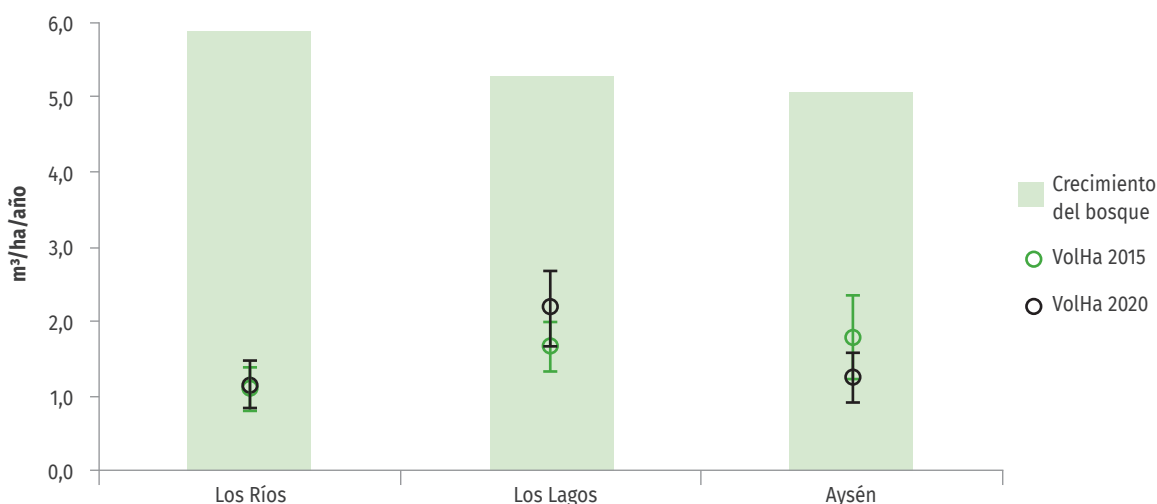
• Promotores de la pérdida y degradación del bosque nativo

Extracción maderera

En las tres regiones estudiadas, la tasa de extracción de madera nativa es menor al crecimiento medio del bosque (Figura 10). La tasa de extracción maderera se estima dividiendo el volumen de madera nativa que se extrae (leña más otros productos, considerando distintos factores de conversión) por la superficie total de bosque nativo dentro de la explotación. La principal limitación de este cálculo es que asume que todo el bosque dentro de la explotación es accesible y está disponible para cosecha, lo que raramente ocurre, pues las faenas de explotación forestal suelen concentrarse en ciertas zonas del predio, debido a falta de caminos, distancias máximas de madereo (ej. bueyes), la presencia de pendientes pronunciadas, entre otros factores. Sin embargo, y aun considerando esta limitación, la distancia que se observa entre las tasas de extracción y el crecimiento del bosque es significativa.

En ambos periodos (2015 y 2020-2022), el 93% de las explotaciones que extraen madera del bosque nativo muestran tasas de extracción menores al crecimiento del bosque. Esta observación, que ya se hizo previamente a través del análisis de la base de datos 2015 del IFN levantada durante el proyecto SIMEF (Reyes, 2021), implica que la demanda de madera nativa en esta zona del país tiene el potencial de ser satisfecha sosteniblemente, a partir del manejo de los bosques nativos disponibles en las explotaciones. Esto es muy positivo y relevante. Sin embargo, esta aseveración se plantea en condicional, ya que para lograr un manejo sostenible de los bosques es necesario que estos puedan regenerar adecuadamente, se aplique una buena silvicultura, exista una red caminera intrapredial que permita acceder a los distintos rodales, y haya asistencia técnica forestal y control permanente por parte del servicio forestal, entre otros aspectos.

Entre 2015 y 2020-2022 no se observan grandes diferencias en las tasas de extracción promedio (Figura 10), aunque en la región de Los Lagos esta aumentó de 1,67 m³/ha/año en 2015 a 2,19 m³/ha/año en 2021, y en la región de Aysén disminuyó de 1,79 m³/ha/año en 2015 a 1,26 m³/ha/año en 2022. Si bien, el aumento registrado en la región de Los Lagos puede ser marginal cuando se trata de bosques que crecen en suelos profundos, podría no serlo tanto si se trata de bosques que crecen en suelos de baja productividad (ej. suelos ñadi). En la región de Los Ríos, la tasa de extracción promedio se mantuvo en torno a 1,1 m³/ha/año.



(Fuente: Elaboración propia en base a base de datos e INFOR, 2016).
(Tasa promedio y error estándar)

Figura 10
EXTRACCIÓN DE MADERA NATIVA EN LAS EXPLOTACIONES QUE INTERVINIERON
SUS BOSQUES NATIVOS EN 2015 Y 2020-2022 Y CRECIMIENTO PROMEDIO DEL BOSQUE

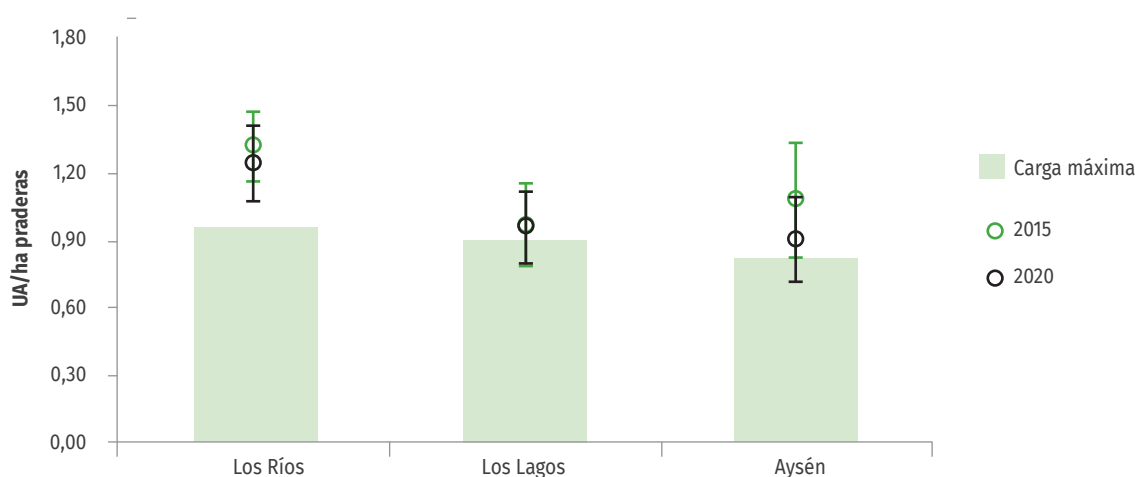
Uso ganadero del bosque

Un escenario muy distinto es el que se observa con respecto a la ganadería. En las tres regiones estudiadas, la carga ganadera es mayor a la capacidad de carga de las praderas (Figura 11). La carga ganadera se estima dividiendo la cantidad de animales que se crían en las explotaciones, expresados en unidades animales equivalentes, por la superficie total de praderas dentro de la explotación. A diferencia del cálculo realizado para los bosques, en este caso si es posible asumir que todas las praderas de la explotación están disponibles para alimentar al ganado.

La carga ganadera promedio, observada en las tres regiones para los años 2015 y 2020-2022 superan la capacidad de carga de las praderas naturales (conversación personal con el profesor Oscar Balocchi) (Figura 11). Esto implica que, en promedio, las praderas naturales disponibles dentro de las explotaciones no producen el forraje suficiente para mantener al ganado que se cría. Sin embargo, esta estimación no considera la compra de forraje, ni la producción de forraje dentro de la explotación (empastadas, cultivos forrajeros, etc.), ni el forraje adicional que lograr producirse a partir del mejoramiento de praderas. Desde ese punto de vista es una estimación preliminar, que debe estudiar con mayor profundidad. Es muy probable que, en muchas explotaciones, especialmente aquellas dedicadas a la crianza y engorda de animales y lecherías, haya forraje suficiente para el ganado. Sin embargo, en otras ese no sería el caso y el déficit de forraje termina siendo suplido por el bosque nativo, lo que se traduce en degradación de bosques. Al respecto, buena parte de los tomadores de decisión reconocen que utilizan el bosque nativo como lugar de pastoreo (protección y forraje), especialmente en el periodo otoño-invierno, cuando hay menos forraje disponible en la explotación, aunque también se utiliza el bosque cuando hay periodos de sequía y durante el verano para proteger del calor a los animales.

En torno al 45%-50% de las explotaciones, en ambos periodos, tienen una carga ganadera que es mayor a la capacidad de carga de sus praderas naturales. Incluso hay explotaciones que no cuentan con praderas, pero si tienen animales, lo que implica que éstos se mantienen de la biomasa que obtienen de bosques y matorrales, y de forraje y suplementos comprados. En la región de Los Ríos el 5% de las explotaciones que forman parte de la muestra está en esa condición, lo que aumenta al 8% en la región de Los Lagos y cae al 2% en la región de Aysén.

Entre 2015 y 2020-2022 no se observan diferencias estadísticamente significativas en la carga ganadera de las explotaciones (Figura 11), lo que refuerza la idea de que este subsistema productivo es muy estable a través del tiempo.



(Fuente: elaboración propia en base a base de datos y conversación personal con el profesor Oscar Balocchi UACH).
(Unidades animales por hectárea de pradera, promedio y error estándar)

Figura 11

CARGA GANADERA DE LAS EXPLOTACIONES EN 2015 Y 2020-2022, Y CAPACIDAD DE CARGA DE PRADERAS NATURALES

■ DISCUSIÓN

Al igual que en el reporte 2021, se observaron cambios en la propiedad de la tierra y en la toma de decisión de las explotaciones. Cuando se trata de personas naturales, buena parte de estos cambios resultaron de la dinámica de sucesión, es decir, predios que entraron en sucesión debido al fallecimiento de sus dueños, o a predios que salieron de un proceso de sucesión (subdivisión y regularización de la tierra). Cuando se trata de personas jurídicas, estos cambios se produjeron por la venta de predios o el reemplazo de administradores. También se observaron casos de venta de terrenos que estaban en manos de personas naturales, por la alta demanda de parcelas de agrado. Esto se observó en la región de Los Lagos (Puerto Montt-Puerto Varas, cuenca del Lago Llanquihue, Carretera Austral y Chiloé) (Zerán, 2019; Barberis, 2022; Latorre, 2022), pero también está ocurriendo en otras zonas del país (Marchant y Rojas, 2015).

También hubo casos en que las familias optaron por evitar la dinámica de sucesión y subdivisión predial, y decidieron crear empresas para administrar la explotación (normalmente empresas agrícolas de responsabilidad limitada). Esta transición es relevante, pues los recursos naturales quedan en manos de una persona jurídica, lo que gradualmente podría generar cierto desapego con respecto al predio, debilitándose el vínculo emocional entre personas y ecosistemas (Soini et al., 2012; BenDor et al., 2014; Mullendore et al., 2015; Koch et al., 2019). Sin embargo, hay casos en que la creación de empresas familiares es una vía para evitar la fragmentación del predio y el deterioro ambiental (ej. áreas silvestres protegidas privadas).

Por otra parte, se observaron cambios en la edad y escolaridad de los tomadores de decisión. Si bien, hubo un aumento en su edad promedio, producto de los más de cinco años que transcurrieron entre las dos encuestas, este aumento no fue lineal, puesto que los nuevos tomadores de decisión tienden a ser más jóvenes. En la región de Aysén este proceso fue tan intenso que la edad promedio de los tomadores de decisión se mantuvo entre 2015 y 2022. En las tres regiones, los tomadores de decisión promedian 61 años. Queda pendiente la evaluación de cómo incide el envejecimiento de los tomadores de decisión en el manejo de los predios y el bosque nativo.

Además de ser más jóvenes, los nuevos tomadores de decisión, por lo general, tienen una mayor escolaridad. Esto se observa en las regiones de Los Ríos y Aysén, pero no en la región de Los Lagos. En esta última no se observaron diferencias significativas entre 2015 y 2020-2022. Reyes (2021) plantea que, bajo 80 hectáreas de tamaño predial, la escolaridad tiene una relación estadísticamente significativa con el ingreso intrapredial. Es decir, la educación sería una herramienta efectiva para generar valor cuando las explotaciones no son tan pequeñas. También se plantea que la escolaridad es una herramienta efectiva en la generación de ingresos extraprediales (redes, oportunidades de negocio, etc.). La escolaridad incide también en la aversión al riesgo de los tomadores de decisión (Dohmen et al., 2011). Aquellos con más escolaridad tienen una menor aversión al riesgo, lo que les permite lidiar mejor con la incertidumbre, aprovechar oportunidades que se producen en su entorno, y hacer un uso más sustentable de sus recursos intraprediales (Teklewold y Köhlin, 2011; Reyes et al., 2021).

Por otra parte, en la región de Los Lagos y en menor medida en la región de Aysén, se observó un aumento de tomadores de decisión que residen parcial o totalmente en la explotación. Este proceso se asocia muchas veces a migración por amenidad, cuando personas que, habiendo sido turistas en un determinado destino deciden regresar a él, ya no para visitarlo sino para constituirse en habitantes del mismo (Moss, 2006). Sin embargo, en otros casos este regreso al campo se asocia con familias que residen en pueblos o ciudades cercanas a la explotación, y comienzan a pasar ciertos periodos del año en la explotación buscando seguridad, tranquilidad y una mejor calidad de vida (residencia mixta). Flujos similares se han reportado en Perú (Zolezzi Chocano, 2020), España (Arnaiz Schmitz et al., 2021) y otros países del mundo, como consecuencia de la pandemia.

Al considerar los elementos mencionados anteriormente, se observaron diferencias interesantes entre las tres regiones. Por un lado, la región de Los Lagos muestra cambios importantes en la residencia de los tomadores de decisión (nueva ruralidad, parcelaciones, etc.), lo que estuvo acompañado por un proceso intenso de regularización de la tenencia de la tierra, y el envejecimiento y reemplazo de tomadores de decisión, el que, sin embargo, no se tradujo en un aumento de su escolaridad. La región de Los Ríos fue más estable, aunque hubo una fuerte rotación de administradores de empresas agrícolas. En el resto de los temas no se observaron grandes cambios, lo que podría deberse a que buena parte de las explotaciones están en manos de personas jurídicas (al tener más recursos pudieron enfrentar mejor la pandemia). En la región de Aysén, en tanto, los cambios fueron menores, siendo especialmente importante la gran cantidad de nuevos propietarios y tomadores de decisión (nuevos propietarios), y el impacto positivo que esto tuvo en la escolaridad promedio.

En lo que respecta a la toma de decisión, la región de Los Lagos es un territorio en proceso de transformación, mientras la región de Los Ríos se mantuvo estable, a pesar de que ambas estuvieron sometidas a las mismas crisis: estallido social, pandemia, cambio climático, guerra, entre otros. La región de Aysén, en tanto, se encontraría en una situación intermedia, con un mercado de la tierra muy activo (compra y venta de predios).

En lo que respecta a las explotaciones, durante el periodo se observó una leve disminución en la cobertura promedio de bosque nativo en las tres regiones, aunque en la región de Los Lagos esto fue especialmente intenso: del 68% al 58% (proporción de las explotaciones cubierta por bosque nativo), asociado al aumento de praderas. Según Martínez (2022), este aumento en la superficie de praderas estuvo acompañado por una mayor superficie de empastadas y praderas mejoradas, como consecuencia de los impactos directos e indirectos del cambio climático los agricultores reportan menos precipitaciones, lo que implica una menor productividad de las praderas durante el verano, y por ende un periodo de forrajeo⁴ más prolongado.

Entre 2015 y 2020-2022, la importancia relativa del ingreso extrapredial aumentó, aunque de manera marginal. Por un lado, disminuyeron los ingresos provenientes de trabajo asalariado, como consecuencia de las cuarentenas y otras restricciones asociadas a la pandemia, pero por otro aumentaron el trabajo por cuenta propia y las ayudas del Estado. La contracción económica afectó el trabajo formal, que en este caso se expresa como trabajo asalariado, lo que las personas trataron de compensar con emprendimientos o actividades por cuenta propia, retiros de fondos de pensiones y ayudas del Estado. El ingreso extrapredial fue fundamental en buena parte de las explotaciones, lo que da cuenta del alto nivel de interconexión que existe entre el uso de los recursos naturales presentes dentro de las explotaciones, y lo que ocurre en el resto de la economía (periodos de recesión/expansión económica, crisis políticas, etc.).

Por otro lado, la importancia relativa del subsistema agrícola disminuyó considerablemente, mientras que aumentó la importancia relativa de los subsistemas ganadero y forestal. Las causas del por qué el subsistema agrícola perdió importancia no están claras, aunque algunos tomadores de decisión reportaron problemas asociados a la sequía y plagas. También hubo problemas con el abastecimiento de fertilizantes y otros insumos⁵, así como mayores costos de producción y escasez de mano de obra (Anriquez *et al.*, 2016). Es importante estudiar con mayor detalle esta situación, pues el subsistema agrícola, en especial los cultivos de alto valor (ej. berries), es el único componente del sistema productivo que permite reducir la carga ganadera de los predios, que es uno de los factores que más incide en el deterioro de los bosques (Reyes, 2021).

Es interesante observar que, a pesar de que la masa ganadera en las tres regiones se mantuvo más o menos constante, la importancia de este subsistema productivo con respecto al ingreso total de las explotaciones

⁴ Entregar al ganado forraje que estaba almacenado para cubrir el déficit invernal.

⁵ <https://www.portalfruticola.com/noticias/2021/11/16/insumos-agricolas/>

aumentó. De hecho, varias explotaciones migraron desde sistema productivos basados en ingresos extraprediales (salarios), a sistemas que dependen del ingreso ganadero. Esto refleja en cierta forma el rol que cumple el ganado dentro de las explotaciones, al funcionar como un activo que está disponible para las emergencias (capital de trabajo). Esto coincidió además con un mayor valor de la producción de carne y otros productos.

Sin embargo, la carga ganadera en las explotaciones es muy alta en relación con la superficie de praderas, lo que se mantuvo prácticamente constante entre 2015 y 2020-2022. Buena parte de las explotaciones tienen una carga ganadera que supera ampliamente el forraje disponible, mientras que, al mismo tiempo, los tomadores de decisión reconocen que utilizan el bosque nativo como lugar de pastoreo. Esto coincide con una expansión de las praderas a costa del bosque nativo, especialmente en la región de Los Lagos.

Otro subsistema que adquirió importancia durante este periodo fue el forestal, y específicamente la extracción de madera nativa. En las tres regiones se observó un aumento en el volumen de extracción, debido al crecimiento demográfico, pero también a una mayor demanda de leña asociada a la pandemia (uso más intenso de la vivienda, mayor demanda de energía para calefacción). La tasa de extracción de madera nativa se mantuvo bajo la tasa de crecimiento del bosque en todas las regiones, aunque se observó un leve aumento en la región de Los Lagos.

En lo que respecta a la explotación del bosque, la región de Aysén fue la más estable, pues gran parte de los productores de madera nativa mantuvieron la actividad en 2015 y 2020-2022, mientras que la región de Los Lagos fue la menos estable. Este vaivén asociado a la extracción de madera nativa fue reportado por Reyes *et al.* (2018), y determinaría periodos de descanso para el bosque (periodos sin tala).

Las plantaciones forestales, en tanto, se consolidaron como un complemento en la producción forestal, la que tiende a ser muy variable en el tiempo. Muy pocos productores reportaron cosecha de plantaciones en ambos periodos.

■ CONCLUSIONES

Uno de los elementos más interesantes de este análisis tiene que ver con el momento en el que se lleva a cabo, pues entre 2015 y 2020-2022 la humanidad enfrentó una crisis sanitaria global sin precedentes. La pandemia de COVID19 afectó a todos los países del mundo, alterando severamente la vida de las personas, obligándolos a permanecer en sus casas durante extensos periodos, e impactando las cadenas de suministros y el sistema económico en su conjunto (Borio, 2020). En el caso de Chile, la pandemia estuvo acompañada por una crisis político-social que, junto con una migración descontrolada desde el norte del país, ha producido niveles de violencia e inseguridad muy complejos en áreas urbanas.

Esta situación ha impulsado un flujo migratorio inter e intrarregional, que ha sido especialmente intenso en la región de Los Lagos, y en particular en la provincia de Llanquihue (cuenca del Lago Llanquihue y zonas cercanas a Puerto Montt) (Barberis, 2022). Familias de Santiago, Puerto Montt y otras grandes ciudades de Chile han tratado de escapar hacia áreas rurales, instalándose en predios propios, de familiares, o comprando parcelas de agrado. Esto implicó la venta y fragmentación de algunas de las explotaciones que formaban parte de la muestra socioeconómica del IFN, lo que produjo cambios importantes en la propiedad y en la toma de decisión de las explotaciones.

Desde un punto de vista productivo, uno de los hallazgos del periodo tiene que ver con la resiliencia del subsistema forestal, y en especial del abastecimiento de leña, principal fuente de energía en las tres regiones analizadas. En ninguna de ellas se reportaron problemas de abastecimiento ni alteraciones graves en los patrones de producción durante la pandemia (aunque sí se reportaron aumentos importantes de precio). Lo mismo ocurrió con la ganadería.

Algo muy distinto ocurrió con los ingresos extraprediales, los que sí se vieron fuertemente alterados (pérdida de empleos y aumento de los subsidios). Algo similar ocurrió con los ingresos derivados del turismo y los arriendos. El subsistema agrícola, en tanto, muestra cambios importantes, pero no quedan claras las causas de esta situación.

En general, la región de Los Lagos, y particularmente las provincias de Llanquihue y Chiloé, son las que muestran cambios más preocupantes en el estado de los bosques. Por un lado, los tomadores de decisión reportaron una disminución en la cobertura de bosques (deforestación), la que estaría acompañada por una mayor tasa de extracción maderera (especialmente para abastecer el mercado de la leña). Al respecto, uno de los factores socioeconómicos que incide sobre el uso de los bosques es la escolaridad del tomador de decisión (Reyes et al., 2018), el que, en el caso de la región de Los Lagos se estancó, a diferencia de lo que ocurrió en las regiones vecinas. Esto, junto con una mayor fragmentación de las explotaciones, genera un escenario muy complejo para los bosques de esta zona del país (Reyes et al., 2022).

El crecimiento demográfico descontrolado, sin planificación urbana, que está produciéndose en algunas zonas de la región de Los Lagos, pero también en menor medida en la región de Aysén (cuenca del río Simpson), sobre ecosistemas frágiles y de baja productividad, aumentan la demanda por tierra, leña y otros productos del bosque. En el caso de la leña, esto está ocurriendo en zonas que no cuentan con plantaciones forestales de rápido crecimiento que contribuyan a satisfacer dicha demanda y a reducir la presión sobre el bosque nativo, como es el caso de las ciudades de Puerto Montt y Coyhaique, y la Isla de Chiloé. Al respecto, es necesario generar una política de plantaciones para leña, ya sea con especies nativas o exóticas, perfeccionando al mismo tiempo la Ley de Bosque Nativo para estimular el manejo de renales de canelo (*Drimys winteri*) y otras especies, en estas zonas críticas.

Es importante señalar que, junto con la presión ejercida por la demanda de leña, el país está sufriendo las consecuencias del cambio climático y la sequía, lo que ha provocado un aumento en la demanda de forraje (se ha extendido el periodo de forrajeo), y con ello, una fuerte presión por expandir las praderas. La ganadería es una actividad estable y estructural en el sistema productivo de muchas explotaciones, lo que implica que va a seguir estando presente independientemente de los problemas que puedan surgir. La sequía estival se agrava en aquellos predios que han sido arrasados por la extracción de *Sphagnum* (especialmente en suelos ñadi y turberas), lo que hace aún más difícil la crianza de ganado. El costo de todas estas malas decisiones y la ausencia de una política pública clara al respecto, lo está pagando el bosque nativo.

Parece importante entonces avanzar con programas y modificaciones legales que permitan abordar todos estos desafíos, apoyando a los tomadores de decisión de las explotaciones a hacer un uso más sustentable de los ecosistemas.

REFERENCIAS

Amacher, G. A.; Hyde, W. F. and Kanel, K. R. (1996). Household fuelwood demand and supply in Nepal's tarai and mid-hills: Choice between cash outlays and labor opportunity. *World Development* 24, 1725-1736.

Anriquez, G.; Foster, W.; Melo, O.; Subercaseaux, J. P. y Valdés, A. (2016). Evidencia y desafíos para el empleo estacional en la fruticultura en Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. *Temas de la Agenda Pública*, año 11, N° 85.

Arnaiz Schmitz, C.; Rey-Matesanz, J. M.; Herrero-Jáuregui, C.; Arques Soler, F. y Schmitz, M. (2021). Impacto socio-ecológico de la COVID-19 en el medio rural. Un caso de estudio en el centro de España. *Barataria. Revista Castellano-Manchega De Ciencias Sociales* 30. doi.org/10.20932/barataria.v0i30.610

Barberis, L. (2022). Vivienda transitoria en contexto de migración climática. Puerto Montt como último destino. Tesis presentada a la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para optar al título de Magíster en Arquitectura Sustentable y Energía. Santiago, Chile. 26 p.

BenDor, T.; Shoemaker, D. A.; Thill, J.C.; Dorning, M. A.; Meentemeyer, R. K. (2014). A mixed-methods analysis of social-ecological feedbacks between urbanization and forest persistence. *Ecology and Society* 19(3), 3. dx.doi.org/10.5751/ES-06508-190303

Borio, C. (2020). The Covid-19 economic crisis: dangerously unique. *Bus Econ* 55, 181-190. doi.org/10.1057/s11369-020-00184-2

Deweese, P. A. (1989). The woodfuel crisis reconsidered: Observations on the dynamics of abundance and scarcity. *World Development* 17, 1159-1172.

Dohmen, T.; Falk, A.; Huffman, D.; Sunde, U.; Schupp, J. and Wagner, G. G. (2011). Individual risk attitudes: measurement, determinants, and behavioral consequences. *J. Eur. Econ. Assoc.* 9, 522-550. doi.org/10.1111/j.1542-4774.2011.01015.x

Heltberg, R. (2002). Property rights and natural resource management in developing countries. *Journal of economics Surveys* 16, 189-214.

Heltberg, R.; Arndt, T. C. and Sekhar, N. U. (2000). Fuelwood consumption and forest degradation: a household model for domestic energy substitution in rural India. *Land Economics* 76, 213-232.

INE (2007). Censo agropecuario 2007. Informe metodológico. Cédula censal. Instituto Nacional de Estadísticas, Chile. Disponible en: <https://www.ine.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios>

INFOR (2016). Inventario continuo de ecosistemas forestales en Chile. Instituto Forestal, Chile. Ministerio de Agricultura. Valdivia, Chile. Disponible en <http://mapaforestal.infor.cl/>

Johnson, N. D. and Mislin, A. (2012). How much should we trust the World Values Survey trust question? *Economics Letters* 116(2), 210-212.

Joshi, O. and Mehmood, S. R. (2011). Factors affecting nonindustrial private forest landowners' willingness to supply woody biomass for bioenergy. *Biomass and Bioenergy* 35, 186-192.

Koch, J.; Dorning, M. A.; Van Berkel, D. B.; Beck, S. M.; Sanchez, G. M.; Shashidharan, A.; Smart, L. S.; Zhang, Q.; Smith, J. W. and Meentemeyer, R. K. (2019). Modeling landowner interactions and development patterns at the urban fringe. *Landscape and Urban Planning* 182, 101-113. doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.09.023.

Latorre, C. (2022). Migración por amenidad: Nuevos asentamientos en zonas rurales en la comuna de Puerto Varas a partir de las parcelas de agrado. Trabajo Final para optar al grado de Magíster en Análisis Geográfico. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 78 p.

Marchant, C. y Rojas, F. (2015). Transformaciones locales y nuevas funcionalidades económicas vinculadas a las migraciones por amenidad en la Patagonia chilena. El caso de Malalcahuello, una villa de montaña. *Journal of Alpine Research* 103(3). doi.org/10.4000/rga.2998

Martinez, A. (2022). Native Forest Owners' Perceptions and Adaptation to Climate Change in the Los Lagos Region, Southern Chile. Tesis de magister. Facultad de Cs. Forestales, Universidad de British Columbia, Canadá. 73 p. Disponible en <http://hdl.handle.net/2429/81163>

Moss, L. (2006). Next steps and the longer view. En: Moss, L. The amenity migrants. Seeking and sustaining mountains and their cultures. Trowbridge: Cromwell Press, p. 309-319.

Mullendore, N. D.; Ulrich-Schad, J. D. and Stalker Prokopy, L. (2015). U.S. farmers' sense of place and its relation to conservation behavior. *Landscape and Urban Planning* 140, 67-75. doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.04.005.

Reyes, R.; Nelson, H. and Zerriffi, H. (2018). Firewood: Cause or consequence? Underlying drivers of firewood production in the South of Chile. *Energy for Sustainable Development* 42, 97-108.

Reyes, R. (2021). Promotores socioeconómicos de la pérdida y degradación del bosque nativo en Chile - Informe Técnico. Santiago de Chile, FAO y MINAGRI.

Reyes, R.; Nelson, H. and Zerriffi, H. (2021). How do decision makers 'ethnicity and religion influence the use of forests? Evidence from Chile. *Forest Policy and Economics* 128. doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102462

Reyes, R.; Sanhueza, R. y Schueftan, A. (2022). Consumo de leña y otros biocombustibles sólidos en la región de Los Lagos: Fuerte presión sobre bosques que crecen en suelos frágiles. En: Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 8. N° 15. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera ODCM. Instituto Forestal, Chile. p. 34.

Rojas, F.; Betancourt, R. y Reyes, R. (2021). Protocolo de levantamiento de información. Monitoreo socioeconómico asociado a ecosistemas forestales en Chile. Santiago de Chile, FAO y MINAGRI. doi.org/10.4060/cb0872es

Soini, K.; Vaarala, H. and Pouta, E. (2012). Residents' sense of place and landscape perceptions at the rural-urban interface. *Landscape and Urban Planning* 104(1), 124-134. doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.002

Teklewold, H. and Köhlin, G. (2011). Risk preferences as determinants of soil conservation decisions in Ethiopia. *Journal of Soil and Water Conservation* 66(2), 87-96. doi.org/10.2489/jswc.66.2.87.

Walker, J. and Ben-Akiva, M. (2002). Generalized random utility model. *Mathematical Social Sciences* 43, 303-343.

Zerán, M. P. (2019). Transformaciones socio-territoriales en la interfase periurbana de Puerto Varas: desarrollo privado y planificación en el área periurbana. A: Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. "XI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Santiago de Chile, junio 2019". Barcelona. doi.org/10.5821/siiu.6769

Zolezzi Chocano, M. (2020). La ciudad, la COVID-19 y "el desborde inverso". *Revista De Sociología* 30, 119-138. doi.org/10.15381/rsoc.v0i30.18909

■ ANEXO 1

Carta de presentación y consentimiento

Valdivia, _____

A: Dueños(as) o Administradores(as) de predios rurales de la Región de Los Lagos.

De: Sr. Gerardo Vergara, Gerente Instituto Forestal Sede Los Ríos (Valdivia).

Estimada(o) Sr(a).:

El Instituto Forestal, organismo adscrito al Ministerio de Agricultura, está actualizando la información socioeconómica del Sistema Nacional de Monitoreo de Ecosistemas Forestales, cuya primera versión se realizó en 2015. Con este fin, la Srta. _____ (RUT: _____) lo visitará en su domicilio con el objetivo de aplicar una encuesta.

Ud., como potencial participante, tiene los siguientes derechos:

- a) Solicitar información adicional sobre el estudio, especialmente en lo que respecta al secreto estadístico. Ud. tiene derecho a ser informado y a saber cómo será utilizada la información.
- b) Decidir libremente y sin presiones si desea o no participar en el estudio. Ud. tiene todo el derecho a negar su participación. Por el contrario, si Ud. decide participar debe manifestar su consentimiento de manera explícita.
- c) En el caso de que decida participar, Ud. tiene derecho también a no responder ciertas preguntas que le parezcan inadecuadas.

Si bien, la aplicación de esta encuesta no implica beneficios directos e inmediatos para quienes colaboren en el proceso, nos permitirá contribuir al perfeccionamiento de políticas públicas que en el mediano plazo sí podrían beneficiarle.

Cualquier duda o consulta puede dirigirla directamente al Sr. René Reyes (rreyes@infor.cl), investigador a cargo de este estudio.

Sin más, se despide atentamente,

Gerencia Instituto Forestal Sede Los Ríos

Fono: 63 2335200

CAPÍTULO
06

BIODIVERSIDAD



INTRODUCCIÓN

Desde su instauración, el Inventario Nacional Continuo de Ecosistemas Forestales ha realizado levantamiento de datos de biodiversidad, considerando el registro de datos de distintos grupos, no obstante, dicho esfuerzo se había enfocado primordialmente en el Reino Plantae.

Al tratarse de un inventario de tipo ecosistémico que visualiza y aborda a los bosques desde una perspectiva integral, dentro de sus actividades está el mejoramiento y complemento continuo de datos e información recopilada en función de las demandas de la sociedad, incorporando progresos científicos y tecnológicos en las materias relacionadas. Esta tarea es facilitada por su característica de diseño modular que permite incluir nuevos elementos con flexibilidad.

Así, dentro de las necesidades detectadas por el inventario está el enriquecimiento de la información de biodiversidad con miras a aportar datos que permitan establecer conexiones entre la presencia de especies, o grupos de especies, con el estado de conservación o integridad de los bosques, comprendiendo entre otros la individualización y seguimiento de grupos funcionales, la identificación de especies indicadoras y especies clave en los ecosistemas forestales.

Durante este periodo, y dadas las restricciones impuestas por la emergencia sanitaria en el país, se priorizó el levantamiento de datos de biodiversidad de artrópodos en la región de Maule. Las áreas de muestreo incluyeron diversas formaciones vegetacionales, ofreciendo información clave para la conservación y manejo de estas unidades en el país.

ANTECEDENTES TÉCNICO-METODOLÓGICOS

Con el propósito de enfrentar el reto de evaluar la biodiversidad asociada al bosque nativo de otros componentes más allá del reino *Plantae*, se consideró necesario recurrir a una visión holística del bosque, es decir a nivel de ecosistema. Para ello se tomó el marco de trabajo del ciclo infinito de Holling (1973) como una perspectiva adecuada para la clasificación de los bosques.

En la Figura 1 se describe el ciclo de estados propuesto por Holling desde una perspectiva del proceso flujo de materia - energía que ocurre en los bosques.

A diferencia de una perspectiva basada en poblaciones-comunidades, la perspectiva de flujo de materia-energía representa los procesos que se dan entre los aspectos bióticos y abióticos y que resultan en formaciones características. La elección de una u otra perspectiva, depende de cuáles son las preguntas que se han planteado.

En el contexto del Inventario Forestal Continuo se considera necesario la comprensión de los procesos y funciones de los bosques, buscando identificar cuáles variables se deben medir. Dado lo anterior, la utilización del ciclo de Holling permite mejorar la eficiencia de recolección de datos desde terreno (Figura 1).

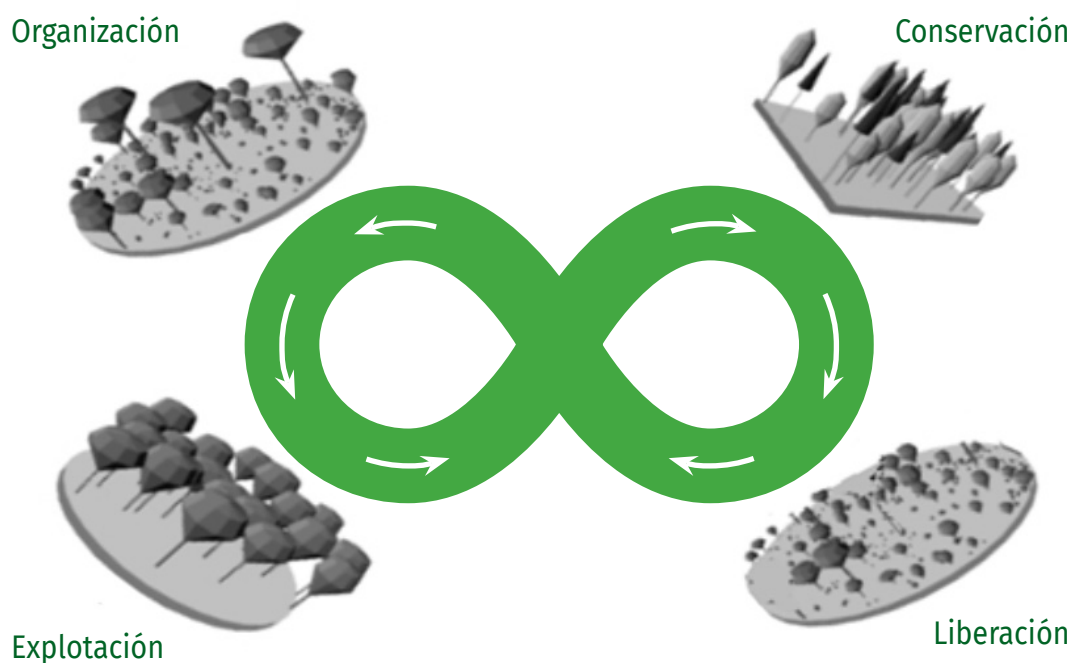


Figura 1
ESTADIOS CARACTERÍSTICOS DEL CICLO DE HOLLING

En este ciclo el flujo de materia-energía produce condiciones ambientales tales que, dependiendo de cuanta energía capturada o libre se encuentre asociada al sitio, el bosque puede reconocerse en alguno de los cuatro estadios descritos por Holling:

Conservación. Caracterizado por baja capacidad de realizar trabajo dado que toda la energía del sitio se encuentra capturada en forma de biomasa.

Liberación. Caracterizado por la presencia de algún evento perturbador que libera la energía capturada desencadenando un proceso de regeneración de especies oportunistas.

Organización. Proceso de consolidación de cierto ensamble de especies dentro del sitio.

Explotación. Caracterizado por un proceso competitivo desatado en forma de utilizar toda la energía habilitada producto de la liberación. Bajo este estadio se produce acumulación de biomasa y nutrientes.

INFOR a través del Inventario Forestal Continuo cuenta con alrededor de 1200 conglomerados de muestra distribuidos en todo el país. Estas muestras se localizan en forma sistemática sobre una cuadrícula de 5 km x 7 km organizada en forma de arreglo triangular, según consta en la Figura 2.

Cada conglomerado de muestra es clasificado en alguno de los estadios asociados al ciclo de Holling de tal forma que el país como conjunto de sus estados sea un indicador general y sintético de la integridad de los ecosistemas.

Se realiza esta aproximación en un área específica de forma hexagonal, de acuerdo con un diseño tal que asegure estimaciones insesgadas, en la medida de lo posible.

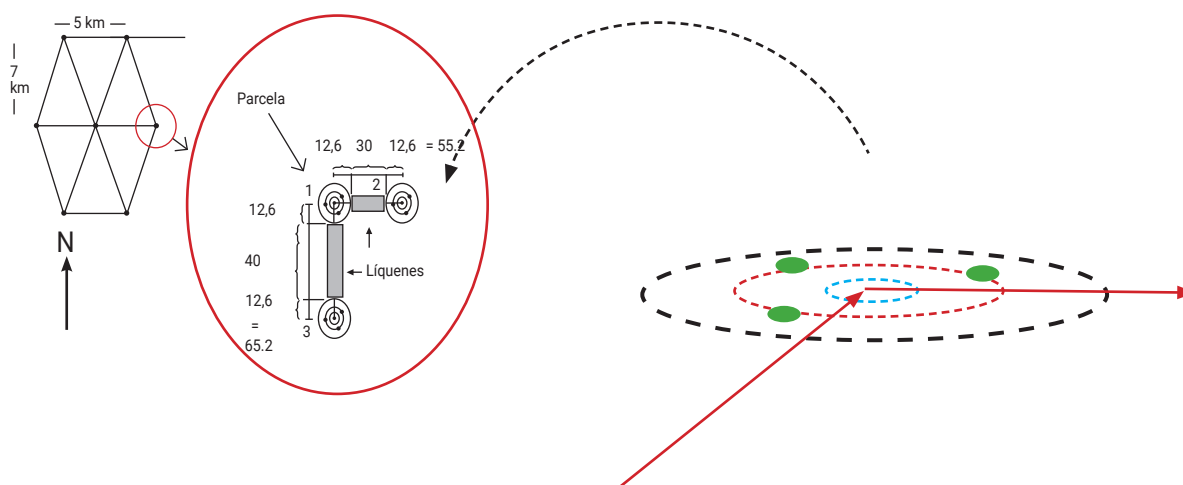


Figura 2

DISPOSICIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA DEL INVENTARIO FORESTAL CONTINUO

■ Definición de las Unidades de Biodiversidad

En Estados Unidos, el uso de cuadrículas hexagonales se popularizó tras el empleo de estas por la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) en su programa de monitoreo y evaluación ambiental (Spence and White, 1992), siendo luego adoptadas por el servicio forestal y su programa de Inventario Forestal y Análisis (FIA) y el programa de análisis de brechas del Servicio Geológico (USGS). Sin embargo, este tipo de cuadrículas y su utilidad en el ámbito económico ya había sido descrito en los años treinta por el geógrafo Walter Christaller (1933).

La selección de una grilla hexagonal por sobre otro tipo de unidades de organización para el inventario de biodiversidad fue hecha por ser comparativamente sencilla de generar, además de ser apropiada para cubrir grandes extensiones geográficas, incluso a escala continental, sin verse afectada por distorsiones geométricas de significación (Turner *et al.*, 2012).

Asimismo, gracias a su estructura jerárquica, este tipo de segmentación hace posible el cambio de la densidad de la malla donde los hexágonos siempre presentan igual área y perímetro para cada unidad de muestreo, lo que redundaría en unidades estadísticamente similares (Polasky *et al.*, 2000) que facilitan el análisis (Basset y Edwards, 2003; Haila y Margules, 1996) y evitan sesgos asociados a estas variables.

Por su naturaleza, también es menos probable su coincidencia con límites administrativos, caminos y otros elementos creados por el hombre, siendo aptos para definir variabilidad natural, especialmente cuando se trata de conjuntos de datos espacialmente heterogéneos (White *et al.*, 1992).

Además, de las superficies regulares con las que se puede dividir un plano, los hexágonos corresponden a la forma más compacta con adyacencia uniforme; es decir cada hexágono tiene un vecino con el cual comparte un lado y cuyo centro es equidistante de los centros de sus vecinos (Sahr *et al*, 2003; Jurasinski y Beierkuhnlein, 2006).

Para el levantamiento complementario de datos de biodiversidad para grupos distintos de vegetación se dividió la superficie nacional en unidades hexagonales, coincidentes con la malla triangular de 5 por 7 km del Inventario Nacional Continuo de Ecosistemas Forestales.

De esta manera, se generó una grilla de 444 unidades, con una dimensión de 262.500 ha cada una. En la figura 3 se describe una visión general de cómo se distribuyen espacialmente las unidades hexagonales para el muestreo de biodiversidad.

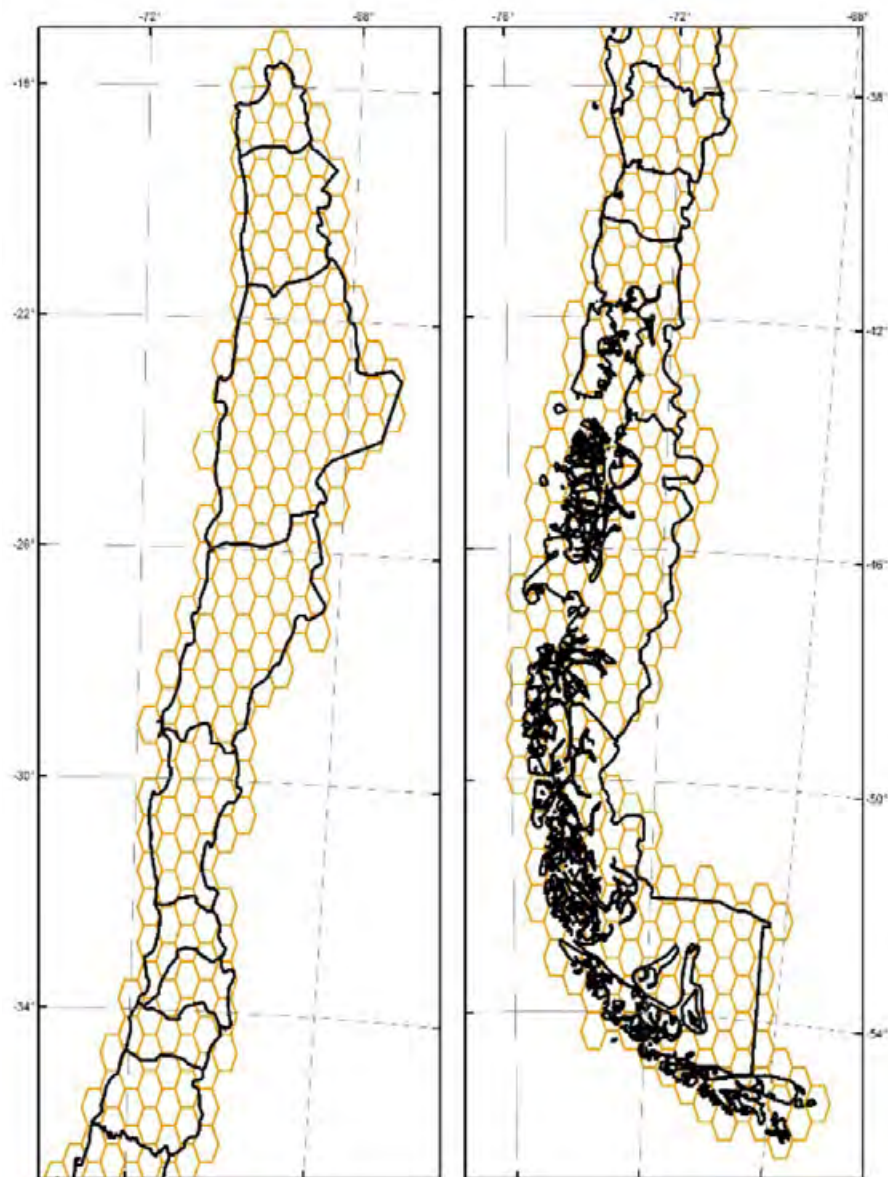


Figura 3
MALLA DE UNIDADES MUESTRALES DE BIODIVERSIDAD

El tamaño seleccionado para cada hexágono tuvo por objeto el poder organizar la toma de datos en unidades representativas que permitan un manejo práctico del territorio a través del tiempo.

En este sentido, se consideró el número medio de parcelas del inventario posibles de encontrar en una unidad hexagonal típica, permitiendo reemplazo y garantizando a la vez una cantidad adecuada de puntos en los cuatro estadios del ciclo adaptativo de Holling, asociados a las conglomerados y parcelas donde se levanta información de los bosques.

■ Levantamiento de Datos de Biodiversidad

El presente informe entrega antecedentes respecto del muestreo de los componentes de la biodiversidad considerados en el estudio, realizados en conjunto con expertos de la Universidad de La Serena y el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB).

El muestreo se realizó en la región del Maule con una muestra total de 25 unidades muestrales.

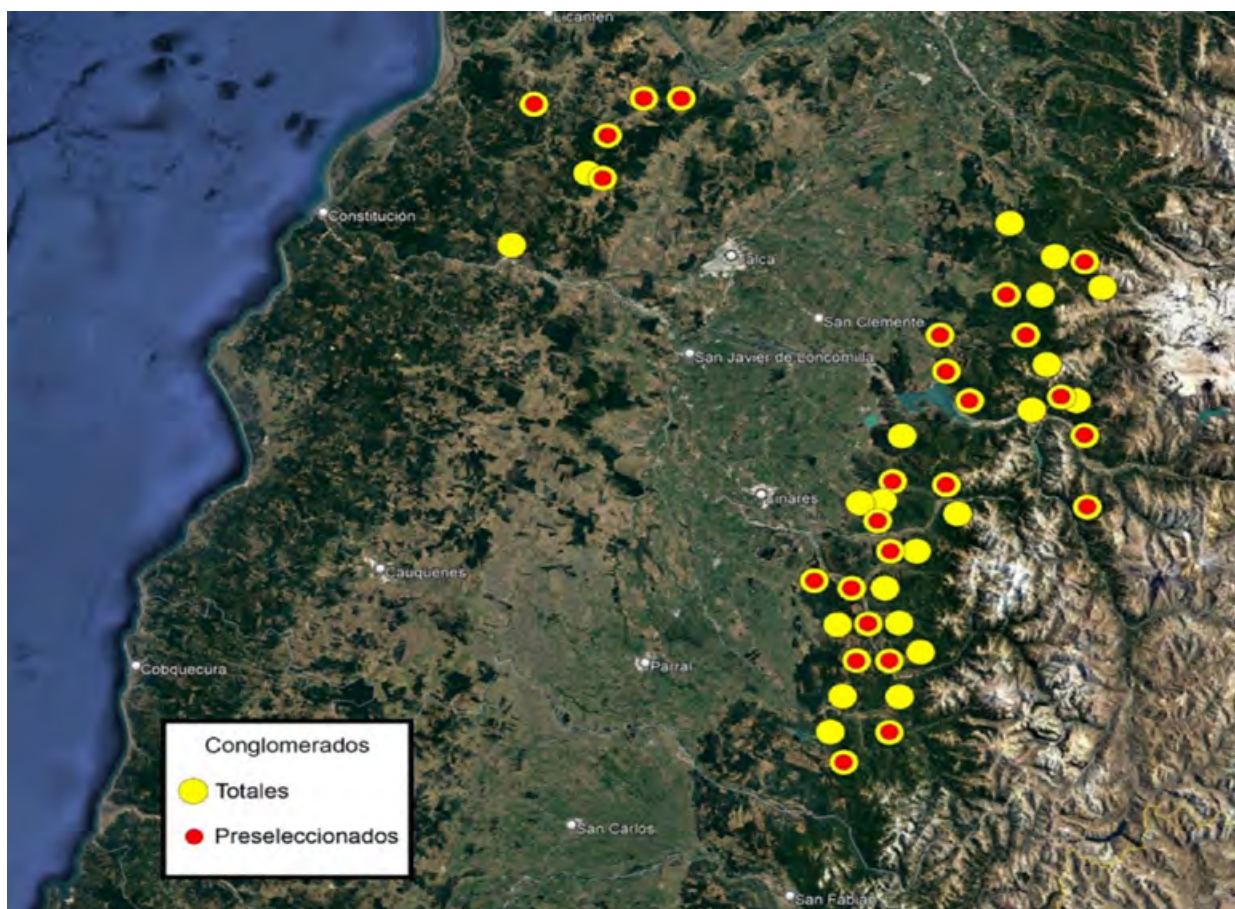
En la selección de conglomerados, la elección de los puntos de muestreo a prospectar durante la fase 4, considera como prioritarias para ser seleccionadas aquellas unidades hexagonales con presencia de bosque nativo ubicadas en la región del Maule.

Adicionalmente, dentro de estas unidades, se seleccionaron conglomerados considerando variables de tipos territoriales, logísticas, topográficas y biológicas (Cuadro 1).

Cuadro 1
TIPO DE VARIABLES UTILIZADAS EN LA SELECCIÓN DE CONGLOMERADOS

Tipo	Descripción
Territoriales	Localización dentro de AAVC y zonas aledañas a ellas. Tipo de AAVC.
Logísticas	Distancias a caminos: 500, 1000 y 2000 m.
Topográficas	Pendientes Altitud
Biológicas	Probabilidad de registro de especies animales (vertebrados e invertebrados) en la época de muestreo.

Durante esta etapa y de acuerdo con los criterios anteriores, se priorizaron 25 puntos de muestreo en diversos puntos en la cordillera de la costa y precordillera de los Andes para la evaluación de la biodiversidad de fauna de artrópodos en ecosistemas terrestres, asociados a un mínimo de 2 unidades hexagonales de biodiversidad (Figura 4).



Localización de los conglomerados de ecosistemas terrestres en la Región del Maule-Fase 6. En amarillo conglomerados totales para la Región del Maule. En rojo conglomerados seleccionados para el muestreo de artrópodos terrestres

Figura 4

LOCALIZACIÓN DE CONGLOMERADOS DE ECOSISTEMAS TERRESTRES PARA LA REGIÓN DEL MAULE

■ Metodologías para el Muestreo de Biodiversidad

La expansión del área de muestreo hacia diversas áreas del país ha hecho necesario que los protocolos de muestreo sean modificados y adecuados a las condiciones naturales de los ecosistemas allí presentes, ajustándose a los requerimientos de datos e información preponderantes en la zona. Además, los protocolos deben ser consistentes con los de la zona sur para evitar quiebres artificiales en la colección y análisis de los datos.

Para facilitar el intercambio y complementación de información, el diseño de la base de datos considera el uso del estándar Darwin Core (DwC), el cual permite a los propietarios de los datos, publicar información de biodiversidad en un lenguaje (Darwin Core) y en un formato (archivos Darwin Core) que puede ser entendido y utilizado por todos.

Adicionalmente, el diseño de los protocolos de muestreo debe permitir la detección de cambios en el largo plazo respecto de las condiciones del paisaje, como cambios en la estructura del suelo y en la vegetación (cobertura, composición, estructura vertical/horizontal, estado de desarrollo, estado sanitario, etc.).

Para cumplir con estos objetivos, los indicadores deben contener las siguientes características:

- Ser cubiertos por una o varias variables lo más simples posible.
- Ser costo-eficientes.
- Representar elementos claves descriptivos de la dinámica de las formaciones en cuestión.
- Ser fáciles de medir.
- Evitar la necesidad de instrumentos/técnicas/materiales u otro que sean requerido al momento de la medición.

Para cumplir con ello, se determinó que cada conglomerado independiente de su configuración espacial fuese caracterizado en forma general por variables que entreguen información sobre localización, tipo de uso y estado biológico (Cuadro 2), y específicos determinados por el componente biótico analizado.

Cuadro 2
VARIABLES GENERALES QUE CARACTERIZAN A CADA CONGLOMERADO

Variable	Descripción
Identificación de la Unidad	Identifica el número del Conglomerado al que pertenece y la brigada a cargo de los datos.
Coordenadas	Coordenadas en UTM Huso 19 S Datum WGS84 en el centro del conglomerado.
Fotografías	Una al GPS con el punto de campo y 4 en el siguiente orden de los puntos cardinales N-E-S-O (Formato 4:3).
Estado Evolutivo	Se describe el estado evolutivo dominante de la formación vegetal incluido en la muestra (primario, secundario, terciario).
Degradación General	Se considerará un esquema de descripción de degradación desde el punto de vista paisaje, de acuerdo a las siguientes categorías: Nulo; Bajo; Bajo-Medio; Medio; Medio-Alto; Alto.
Factor de intervención antrópica	Determinado a 1 km a la redonda del punto central, se categoriza el tipo de intervención del hombre sobre el ambiente: Agricultura; Caminos; Cacería; Incendios; Inmobiliario; Minería; Pastoreo; Plantaciones; Otros no especificados (Puede ser más de uno).
Grado de Intervención Antrópica	Determinado por las siguientes categorías a cada uno de los factores registrados: Nulo; Bajo; Bajo-Medio; Medio; Medio-Alto; Alto.
Obras Civiles	Se describe la presencia de obras civiles incluidas en y a 1 km a la redonda al punto de muestra, bajo las siguientes categorías: Carreteras y caminos; Cercos; Casas; Loteos; Minas; Embalses, Otros no especificados (Puede ser más de uno).
Agua	Se describe la presencia de cuerpos de agua en la muestra y su origen y tipo si es posible: Salares; Lagunas; Ríos; Embalses; Estero; Canal de regadío; Vertiente; Tranque; Vegas.

• Vegetación, Flora y Suelo

El siguiente protocolo de muestreo está diseñado para abarcar dos tipos generales de formaciones vegetales: 1) Tipo zonal dominada por especies leñosas o suculentas, con hábitos arbustivos o arbóreos o por hierbas perennes, y 2) Tipo azonal dominada por especies herbáceas, como vegas y bofedales.

- Protocolo Para Formaciones Zonales

El diseño de muestreo está considerado en base a tres parcelas rectangulares de 50 x 2 m, abarcando una superficie total de 300 m². Las parcelas son ubicadas en un radio de 10 m de distancia desde el punto de muestreo, siendo localizada la parcela 1 (P1) en el sentido Norte (0°) y las consiguientes P2 y P3 a 120° y 240° en sentido de las agujas del reloj, respectivamente (Figura 5).

En cada parcela de muestreo se registra la abundancia, cobertura (diámetro mayor y menor de la copa en cm) y altura (cm) de todas las especies leñosas presentes o herbáceas perennes dominantes.

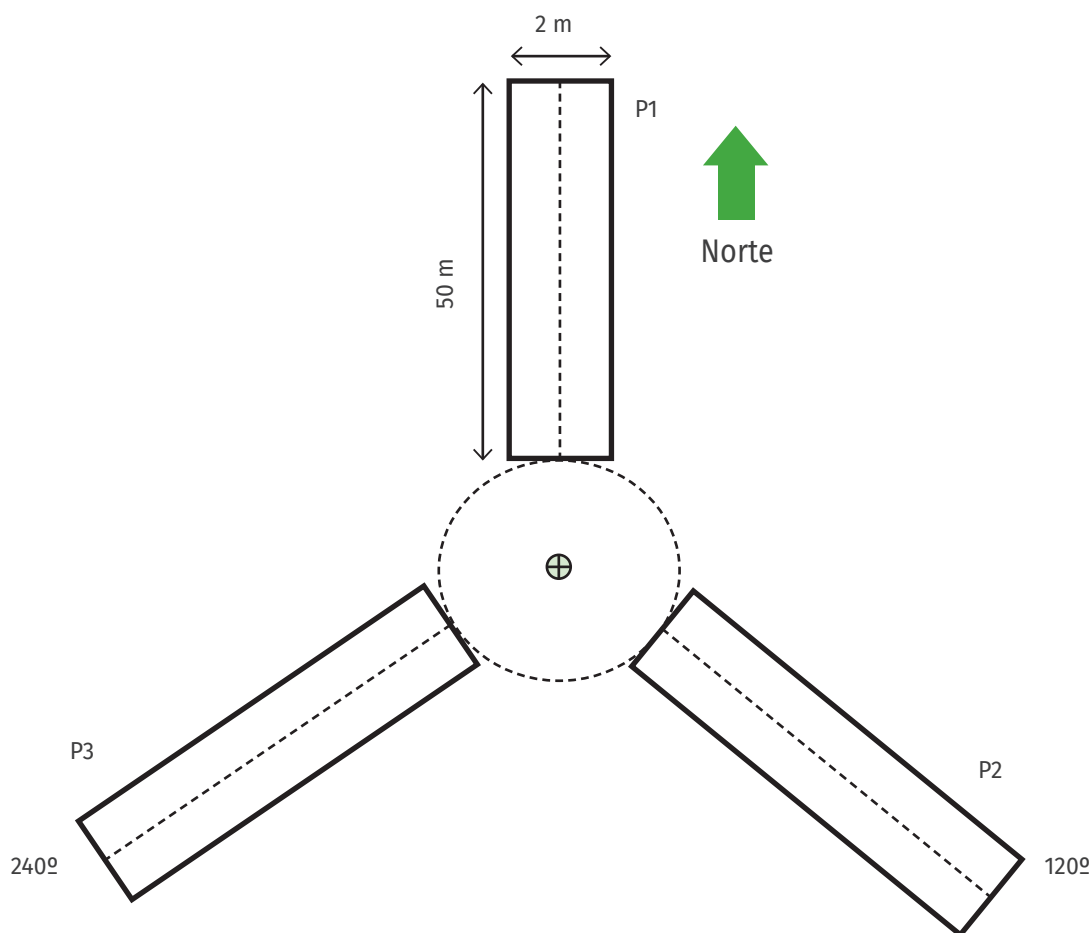


Figura 5
DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE LAS PARCELAS DE MUESTREO

La abundancia de hierbas acompañantes se estima mediante el método de *Point Quadrat*, utilizando un transecto longitudinal de 50 m en cada parcela y realizando la medición cada 50 cm de intercepción.

La intercepción con suelo abierto o desnudo, roca o arbusto también es registrada. En cada transecto se obtienen 100 mediciones. La cobertura total y específica de cada conglomerado, se obtiene promediando los valores de cada uno de los transectos.

- Protocolo para Formaciones Azonales de Vegas y Bofedales

El diseño de muestreo está establecido en base a tres transectos lineales de 10 m de largo. Utilizando el método *Point Quadrat*, se realiza una medición cada 10 cm en la línea de 10 m, identificándose el individuo interceptado a nivel de especie y obteniendo la altura total y vegetativa de cada uno (Figura 6).

La intersección con suelo abierto, roca o arbusto, debe ser de igual forma registrada. En total se obtendrán 100 mediciones en cada transecto. La cobertura total y específica de cada punto de muestreo, se obtendrá promediando los valores registrados en cada uno de los tres transectos.

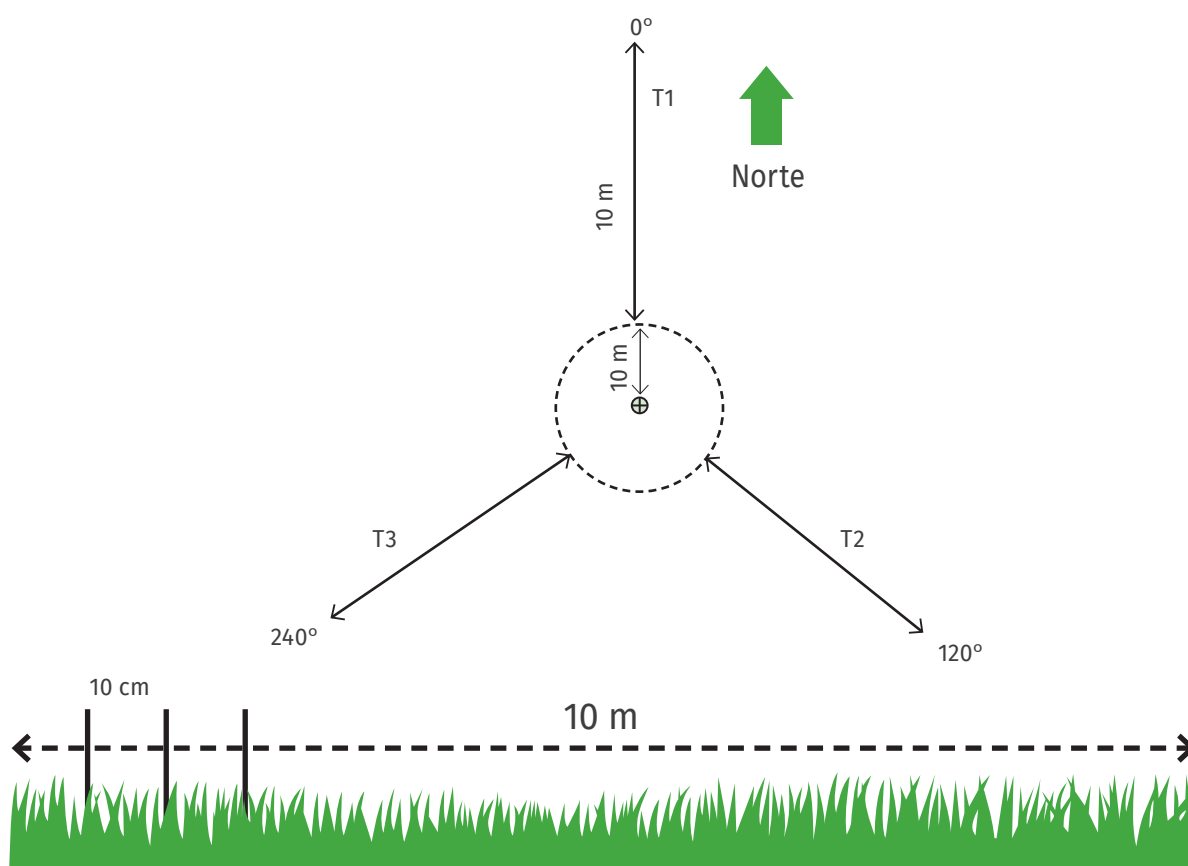


Figura 6
DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO Y ESQUEMA
DEMOSTRATIVO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO POINT QUADRAT

Basado en los diseños antes descritos, se medirán y registrarán las siguientes variables sobre de cada individuo seleccionado (Cuadro 3).

Cuadro 3

VARIABLES A REGISTRAR EN CADA UNA DE LAS PARCELAS O TRANSECTOS DE LÍNEA

Variables	Descripción
Especie	Se debe registrar la especie a la que pertenece el individuo.
Diámetro de Copa	Se refiere al diámetro de la copa en los ejes mayor y menor (especies leñosas).
Largo gap (solo Point Quadrat)	Longitud de ocupación de la copa del individuo sobre el transecto de línea (hierbas).
Altura vegetativa	Medición de la altura máxima foliar.
Estado Sanitario	Enfermo o Dañado.
Agente Causante	Pastoreo; Insectos herbívoros; Insectos taladradores; Hongos; Viento; Incendio; Otros no especificado.
Intensidad del daño	Describe el grado de daño o enfermedad presentado por el individuo Estos son: Baja; Media; Alta; Severa.

- Protocolo para Flora

El registro de la flora de cada conglomerado se realiza tanto dentro como fuera de las parcelas o transectos de muestreo, teniendo como área de búsqueda 1 ha, utilizando como punto central la coordenada del Conglomerado (Figura 7). Las muestras recolectadas, serán inmediatamente dispuestas en una prensa con un identificador y su potencial nombre científico. Posterior a ello, en el laboratorio del herbario de la Universidad de La Serena, serán determinadas, fotografiadas y dispuestas si es necesario en los herbarios correspondientes.

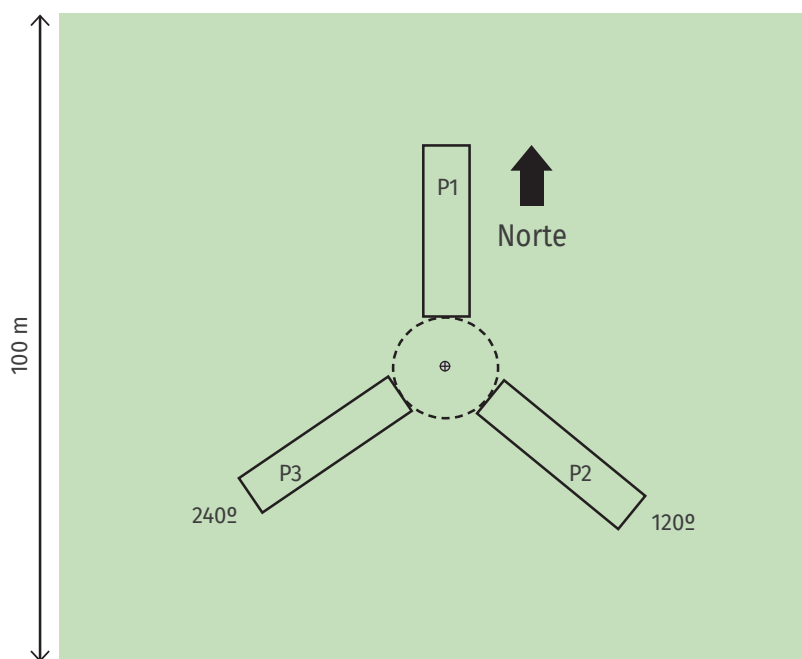


Figura 7
DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE BÚSQUEDA DE FLORA POR PUNTO DE MUESTREO

- Protocolo para Suelo

El componente es analizado dentro de las tres parcelas de cada unidad de muestreo. Cada variable es medida una vez y en un solo punto, en condiciones desprovistas de vegetación y bajo la copa de la especie con mayor dominancia (dato proporcionado por jefe de equipo).

De cada conglomerado se obtendrá una muestra compuesta de seis submuestras (dos de cada parcela) en cada condición (suelo abierto y bajo la especie dominante). Las muestras serán guardadas en bolsas para análisis físicos posteriores y en envases plásticos para análisis químicos posteriores.

Se debe identificar tanto las bolsas como los envases con el Nº del Conglomerado, 1 (desprovista vegetación) o 2 (bajo especie dominante).

En el contexto del componente suelo se utilizarán las variables indicadas en Cuadro 4.

Cuadro 4
VARIABLES A REGISTRAR PARA EL COMPONENTE SUELO

Variables	Descripción
Test de Compactación	Aplicación por medio del penetrómetro.
pH o Reacción del Suelo	Mide la acidez o alcalinidad del suelo a través de la medición de la concentración del ión hidrógeno.
Color	Como aproximación a las características del suelo y su origen y madurez el color se clasificará por medio de la Tabla de Colores Munsell y que clasifica el color en base a 3 variables básicas Matiz, Brillo y Cromo.
Textura	Se clasificará la textura en las siguientes clases: Arenosa; Limosa; Arcillosa; Franca; y sus combinaciones.
Estructura	1 sin estructura, 2. Laminar, 3. Prismática, 4. En bloques, 5. Granular.
Pedregosidad	Proporción de piedras >10 cm sobre el suelo.
Rociedad	Porcentaje de afloramiento rocosos.
Condición de Humedad	Tres condiciones básicas se aplicarán para esta variable: 1. Seco, 2. Húmedo y 3. Saturado.

• Fauna de Vertebrados

- Protocolo para Anfibios y Reptiles

En cada conglomerado se establecen y recorren cuatro transectos de 150 m de largo, cada uno separado por 25 m en dirección norte-sur (Figura 8). La prospección de las especies se lleva a cabo mediante relevamientos por encuentros visuales, capturas y/o registros fotográficos. La búsqueda se realiza entre 10:00 y 14:00 horas, y se utiliza el número máximo de individuos registrados por especie. La determinación de los reptiles sigue lo informado por Veloso y Navarro (1988), Núñez (1992), Labra *et al.* (2008) y Demangel (2016) y de anfibios por Veloso y Navarro (1988) y Labra *et al.* (2008).

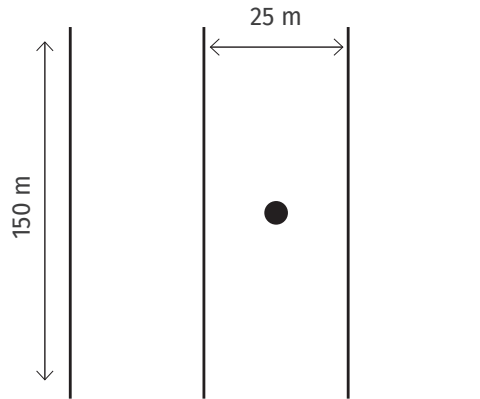


Figura 8
ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA ANFIBIOS Y REPTILES

- Protocolo para Aves

Los recuentos de aves se realizan durante las primeras horas de la mañana (8:00 – 10:00 horas) y al atardecer (17:00 – 19:00 horas) mediante cinco estaciones puntuales de acuerdo a lo descrito por Ralph *et al.* (1995) y Tellería (1986) (Figura 9).

Cada estación tiene un radio de 25 m y se cuentan todas las aves vistas y escuchadas durante 10 minutos por cada estación. Para la identificación y taxonomía de las especies se sigue lo informado por Barros *et al.* (2015), Jaramillo (2005) y Muñoz *et al.* (2004).

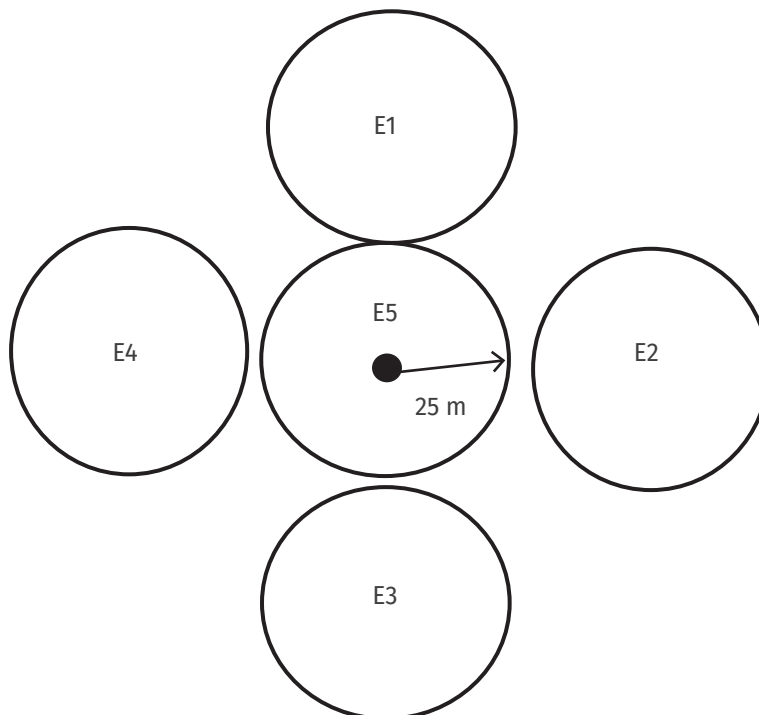


Figura 9
ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA AVES

- Protocolo para Micromamíferos

Para los registros de micromamíferos se utilizan trampas Sherman modelo estándar (75 x 85 x 240 mm), separadas cada 25 m (Figura 10). Las trampas se ubicarán en una grilla de 150 m, con un total de 29 trampas en el área de muestreo.

Las capturas se realizan durante tres noches por conglomerado, utilizando avena machacada como cebo. Las trampas son revisadas en la mañana y en la tarde.

Los animales capturados se identifican a nivel de especie, de acuerdo con lo informado por Iriarte (2008) y Muñoz y Yáñez (2009), además se obtienen registros del sexo y peso corporal de los especímenes capturados.

Para los registros de algunos micromamíferos (e.g. marsupiales, roedores) difíciles de observar se utiliza la metodología de reconocimiento de fecas, madrigueras, huesos en las fecas de carnívoros (e.g. *Lycalopex griseus*) y el análisis de egagrópilas de rapaces nocturnas.

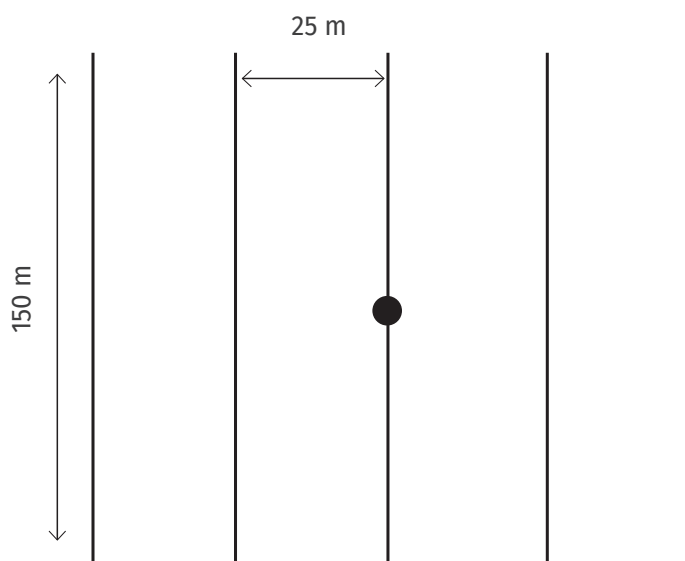


Figura 10
ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA MICROMAMÍFEROS

- Protocolo para Meso y Macro Mamíferos

Las prospecciones de meso y macro mamíferos se efectúan mediante avistamientos directos e indirectos (presencia de huellas, fecas) y fotografías obtenidas a partir de dos cámaras trampa localizadas a 212 m de distancias sobre vértices contrarios en el área de muestreo (Figura 11).

Debido a que los animales no serán marcados, solo se trabajará en base a información de presencia/ausencia.

Para la identificación taxonómica se sigue lo informado por Iriarte (2008), Iriarte y Jaksic (2012) y Muñoz y Yáñez (2009). En el caso de los macro mamíferos domesticados, se procederá a identificar y registrar el número de individuos presentes en los sitios de estudio.

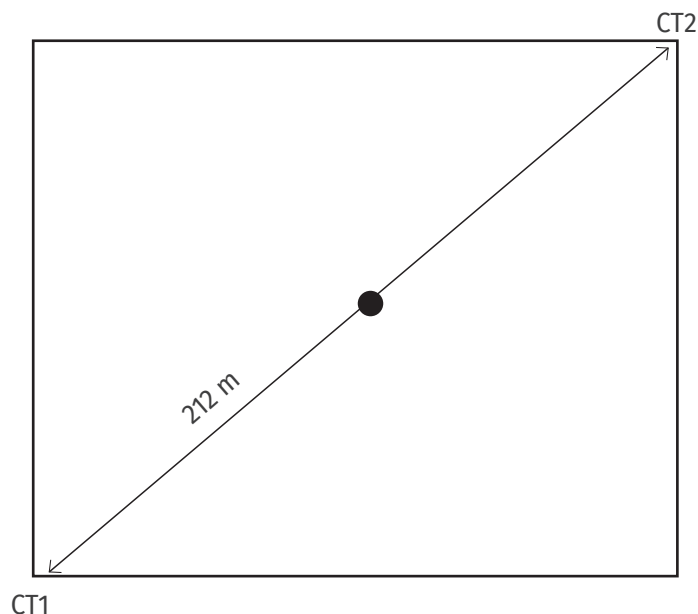


Figura 11
ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA MACRO MAMÍFEROS

• Artrópodos

El inventario de artrópodos se encuentra destinado principalmente a la identificación (presencia/ausencia) y abundancia relativa de especies pertenecientes a las clases Insecta y Arachnida, pero incluyendo además a los subfilos Myriapoda y Crustacea en ambientes terrestres. Se identifica a continuación un listado de los principales métodos de muestreo a utilizar para el inventario de artrópodos:

- Trampas de Luz

Consisten en una sábana o pieza de tela blanca dispuesta verticalmente, junto a la cual se coloca una fuente de luz que atrae a los insectos. Normalmente se usan tres puntos de luz, uno a cada lado de la sábana y un tercero más alto que se utiliza como atrayente a larga distancia. Corresponde a un método de muestreo más bien cualitativo, en donde el número de horas o cantidad de trampas por sitio permiten lograr un diseño semi-cuantitativo con fines comparativos (Ramírez, 2010).

- Trampas de Caída, Pitfall o Barber

Esta trampa se usa para hacer el muestreo de insectos que se encuentran en la superficie del suelo (ej. hormigas, coleópteros y micro himenópteros ápteros). Este tipo de trampas están principalmente dirigida al ensamble de artrópodos caminadores (Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005a; 2005b).

Sin embargo, se ha documentado que en ecosistemas desérticos pueden realizar capturas representativas de especies de insectos voladores y fitófagos (Pietruszka 1980; Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005a, 2005b). Cada trampa consiste en un dispositivo formado por dos vasos plásticos dispuestos uno dentro del otro, con el vaso interior de

fácil remoción. Las dimensiones de ambos vasos son 7,4 y 7,6 cm de diámetro x 10,2 y 12,0 cm de alto, respectivamente (Figura 12). El vaso interior es llenado, hasta los dos tercios de su capacidad, con una mezcla de formalina (3%), glicerina y agua con detergente doméstico (30%), en una proporción de 3:1:6, respectivamente. Las trampas operan durante tres días.

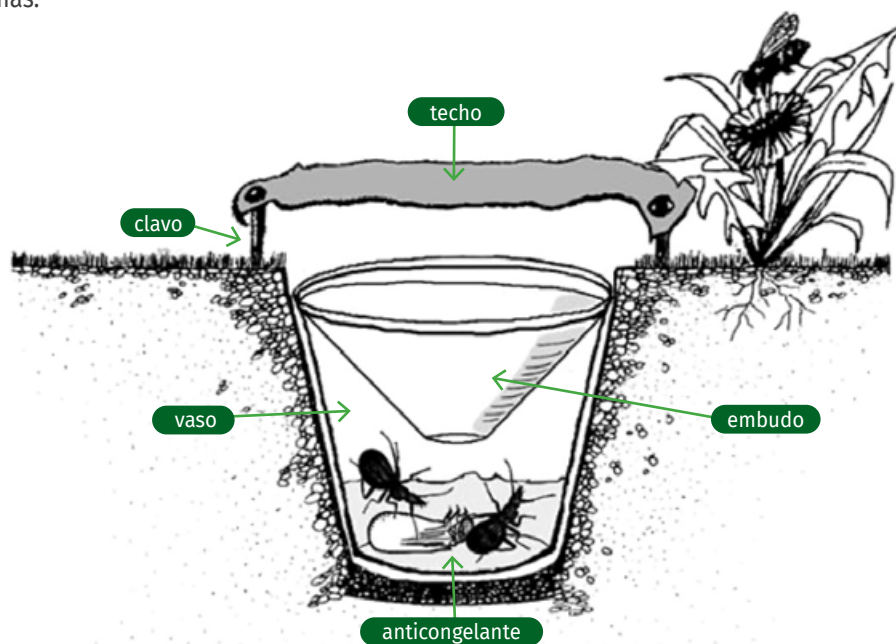


Figura 12
ESQUEMA TRAMPA DE CAÍDA PITFALL

- Manga Entomológica

Red utilizada principalmente para capturar insectos voladores (Figura 13).



Figura 13
EJEMPLO DE RED ENTOMOLÓGICA

- Muestreo con Luz UV

Este muestreo fue específico para la colecta de escorpiones (grupo informativo y representativo del ensamble de artrópodos terrestres). Siguiendo la metodología del muestreo manual se realizaron 4 transectos de 50 m en el sentido de los puntos cardinales con un total de 200 m, cronometrando cada 30 minutos (Caldas y Robbins, 2003).

Las colectas se enfocaron a 2 m de ancho a través del transecto utilizando linternas LED equipadas con luz ultravioleta (138 LED-UV) alimentadas con batería de 12 V. Todo el material colectado fue fijado en alcohol 80% y alcohol 96%.

- Muestreo con Luz Blanca

Este muestreo fue específico para la colecta de artrópodos voladores nocturnos (*Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Neuroptera*) grupo representativo del ensamble de artrópodos terrestres de ecosistemas áridos y semi-áridos. Se utilizaron cuatro luces blancas de 100 W sobre dos sábanas blancas de 3x3 metros durante 3-4 horas. Todo el material atraído por la luz artificial fue colectado y fijado en alcohol 80%, alcohol 96% y sobres de papel.

Finalmente, el protocolo de muestreo de artrópodos se realizará de acuerdo al diagrama presentado a continuación (Figura 14).

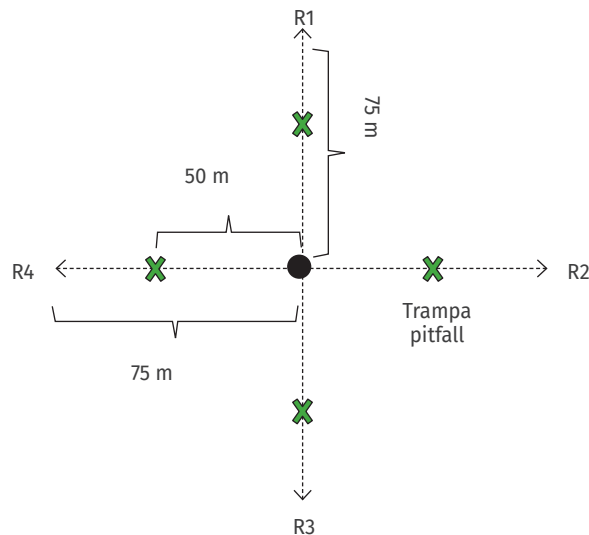


Figura 14
DIAGRAMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA ARTRÓPODOS

• Conservación de los Materiales Colectados

Todos los especímenes capturados a través de las distintas formas de colecta son retirados, limpiados y conservados en alcohol (e.g., insectos y miriápodos en 70%, crustáceos en 75%, arácnidos en 80%.) hasta el momento de su procesamiento y determinación taxonómica (Figura 15).

El material se encuentra depositado en la colección del Laboratorio de Entomología Ecológica de la Universidad de La Serena, La Serena, Chile (LEULS).



Diferentes metodologías de muestreo de artrópodos terrestres en SIMEF-Fase 6. (A) Instalación de trampas de intercepción (*pitfall traps*) en conglomerado 780952 (Andes Norte), (B) Trampa de intercepción instalada y activa en conglomerado 780952, (C) Retiro, envasado y etiquetado de trampas de intercepción en conglomerado 781405 (Andes Sur), (D) Colecta nocturna con paraguas entomológico en conglomerado 780885 (Andes Norte) (E) Colectas con red entomológica en conglomerado 780456 (sureste Curepto), (F) Colecta nocturna con luz blanca en conglomerado 780457 (sureste Curepto).

Figura 13
EJEMPLO DE RED ENTOMOLÓGICA

• Determinación Taxonómica de los Materiales Colectados

La determinación taxonómica se realizó utilizando claves taxonómicas y comparación con material depositado en la colección del LEULS.

Algunos taxones (por ejemplo, Araneae, Collembola, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera) se identificaron taxonómicamente solo a nivel de morfotipo / familia debido al escaso conocimiento taxonómico de estos grupos.

Para la nomenclatura de la taxa se siguió a los siguientes autores:

Arachnida, Araneae: Platnick & Shadab (1982), Coyle (1986), Goloboff (1995), Huber (2000), Ramírez (2003), Platnick *et al.* (2005), Brescovit & Sánchez-Ruiz (2016) y Magalhaes *et al.* (2017).

Solifugae: Kraus (1966), Muma (1971), y Maury (1987).

Scorpiones: Ojanguren-Afflastro (2002, 2005), Mattoni y Acosta (2006), Ojanguren-Afflastro y Ramírez (2009), Ojanguren-Afflastro y Kovarik (2013) y Ojanguren-Afflastro *et al.* (2016, 2020).

Insecta: Kulzer (1959), Peña (1994), Elgueta y Rojas (2000), Roig-Juñent y Domínguez (2001), Elgueta y Marvaldi (2006), González (2006), Vidal y Guerrero (2007), Montalva y Ruz (2010), Melo y Faúndez (2011), Flores y Pizarro-Araya (2012, 2014, en rev), Moore y Vidal (2013), Solervicens (2014), Barriga-Tuñón (2021), Cigliano *et al.* (2021), Packer (2021).

• Base de Datos

Los datos obtenidos en terreno se integraron en un archivo Excel para cada uno de los métodos de muestreo y ubicación geográfica.

• Estimación de la Riqueza y Abundancia de la Fauna de Artrópodos Terrestres

A partir de los muestreos en cada uno de los conglomerados descritos se estimó para cada uno de ellos la abundancia y riqueza.

La abundancia corresponde al número total de individuos colectados, la riqueza corresponde al número total de especies identificadas para la fauna de artrópodos terrestres (Magurran, 2004).

Se entiende como especie al taxón de mayor resolución taxonómica posible de identificar. Ambos parámetros fueron estimados para cada uno de los conglomerados y para cada una de las metodologías de colecta.

RESULTADOS



Se realizó una única campaña de terreno, entre la segunda y tercera semana de noviembre de 2021.

Todos los muestreos planificados de artrópodos terrestres se realizaron con éxito, cumpliendo con el muestreo de los 25 conglomerados especificados.

• Identificación de Conglomerados

En cada uno de los conglomerados, se instaló un testigo (manguera plástica) con el número identificador de cada conglomerado.

Adicionalmente se tomaron fotografías panorámicas de cada conglomerado, según formato SIMEF (2017-2020).

Como puede observarse, se muestrearon conglomerados ubicados principalmente en bosque esclerófilo nativo (Figura 16 A-F).

• Principales Hallazgos y Nuevas Especies

De forma preliminar se registraron algunas especies no identificadas a la fecha; estas fueron *Bothriurus* sp. nov. (Scorpiones: *Bothriuridae*), *Brachistosternus* sp. nov. (Scorpiones: *Bothriuridae*), *Pseudocleobis* sp. nov. (Solifugae: *Ammotrechidae*).

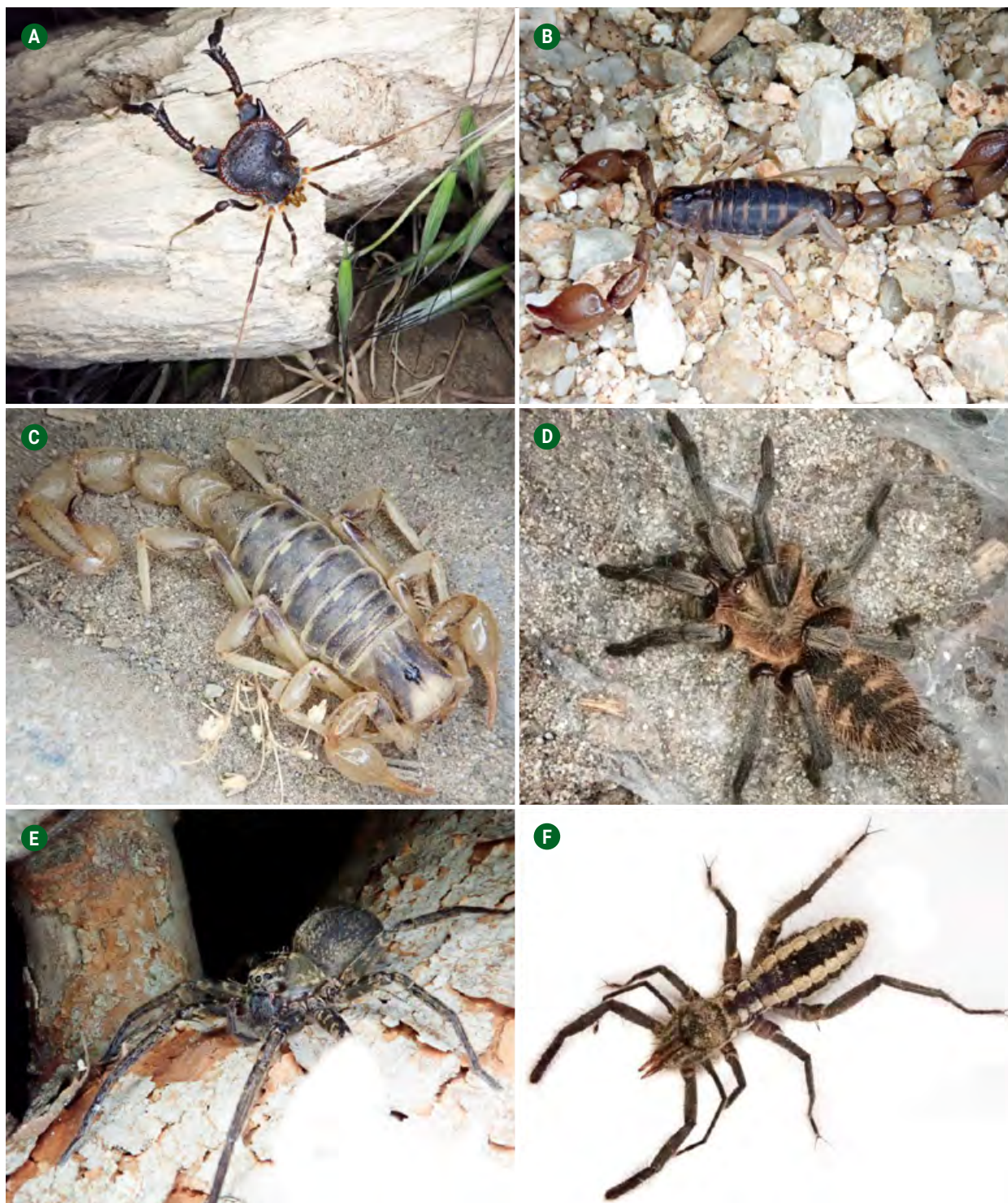
A la fecha el material proveniente de pitfall trap se encuentra en procesamiento (limpieza, separación y conteo) en Laboratorio de Entomología Ecológica, Universidad de La Serena (LEULS, Chile).

El material de Arachnida se encuentra en procesamiento en la División Aracnología del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (MACN, Argentina) para su identificación por especialistas de los diferentes grupos registrados.



Vista general de algunos conglomerados (sitios de estudio) muestreados en la última campaña del SIMEF 6 – Maule (2021). **A)** Conglomerado 780456 (sureste Curepto), **B)** Conglomerado 780524 (sureste Curepto), **C)** Conglomerado 780885 (Andes Norte), **D)** Conglomerado 781095 (Andes Norte), **E)** Conglomerado 741574 (Andes Sur), **F)** Conglomerado 781405 (Andes Sur).

Figura 16
VISTA DE LOS CONGLOMERADOS MUESTREADOS



Algunas especies de artrópodos (Arachnida) registradas en la última campaña del SIMEF 6 – Maule (2021). **A)** *Pachylus* sp. (Opiliones: Gonyleptidae) (sureste Curepto), **B)** *Bothriurus* sp. nov. (Scorpiones: Bothriuridae) (sureste Curepto), **C)** *Brachistosternus negrei* (Scorpiones: Bothriuridae) (Andes Norte), **D)** *Acanthogonatus* sp. (Araneae: Pycnothelidae) (Andes Norte), **E)** *Cauquenia* sp. (Araneae: Zoropsidae) (Andes Sur), **F)** *Mummucia* sp. (Solifugae: Mummuciidae) (Andes Sur).

Figura 17
ESPECIES DE ARÁCNIDOS REGISTRADOS EN LA CAMPAÑA



Algunas especies de artrópodos (Insecta) registradas en la última campaña del SIMEF 6 – Maule (2021). **A)** *Moluchia* sp. (Blattodea: Ectobiidae) (sureste Curepto), **B)** *Oryctomorphus laevipennis* (Coleoptera: Scarabaeidae) (Andes Norte), **C)** *Athlia* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae) (sureste Curepto), **D)** *Hylamorphia elegans* (Coleoptera: Scarabaeidae) (Andes Norte), **E)** *Scotobius* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae) (Andes Sur), **F)** *Psectrascelis* spp. (Coleoptera: Tenebrionidae) (Andes Sur).

Figura 18
ESPECIES DE INSECTOS REGISTRADOS EN LA CAMPAÑA

• Abundancia y Riqueza de Artrópodos Terrestres

Se colectó un total de 13.555 individuos los cuales estuvieron representados por 758 especies pertenecientes a 196 familias, 30 órdenes y 5 clases (*Arachnida*, *Chilopoda*, *Crustacea*, *Diplopoda* e *Insecta*).

Los insectos fueron el grupo más abundante y diverso con 8.830 individuos y 506 especies, seguido de *Arachnida* y *Crustacea* representados por 4.596 individuos y 106 individuos.

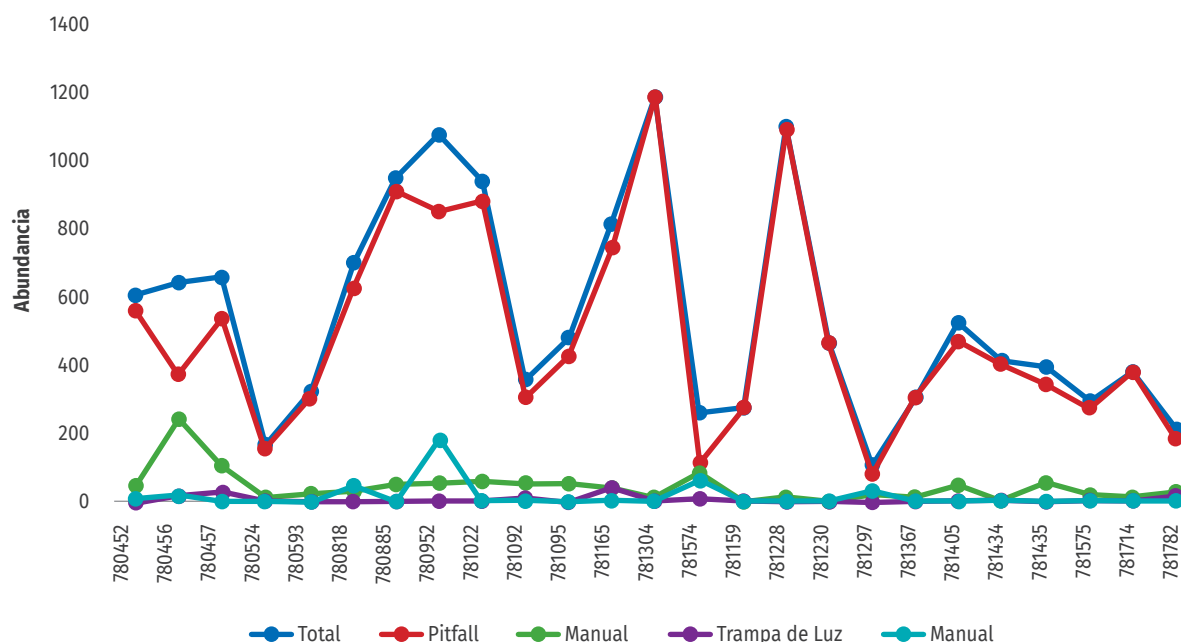


Figura 19
NIVELES DE ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS TERRESTRES SEGÚN
DIFERENTES METODOLOGÍAS DE MUESTREO Y CONGLOMERADO

A nivel de áreas de muestreo y niveles de abundancia de individuos registrados, el conglomerado 781304 ubicado a 56 km al este de Linares en la Cordillera de los Andes, presentando un total de 1.185 individuos, con trampas pitfall como el método que logró captar la mayor cantidad de especímenes.

Otros conglomerados con gran abundancia de individuos corresponden a los conglomerados 780952 ubicado a 6 km al oeste de la localidad de Vilches y el 781228 ubicado al sureste de Quinamávida, ambos con el método de trampas pitfall con la mayor cantidad de registros (Figura 19).

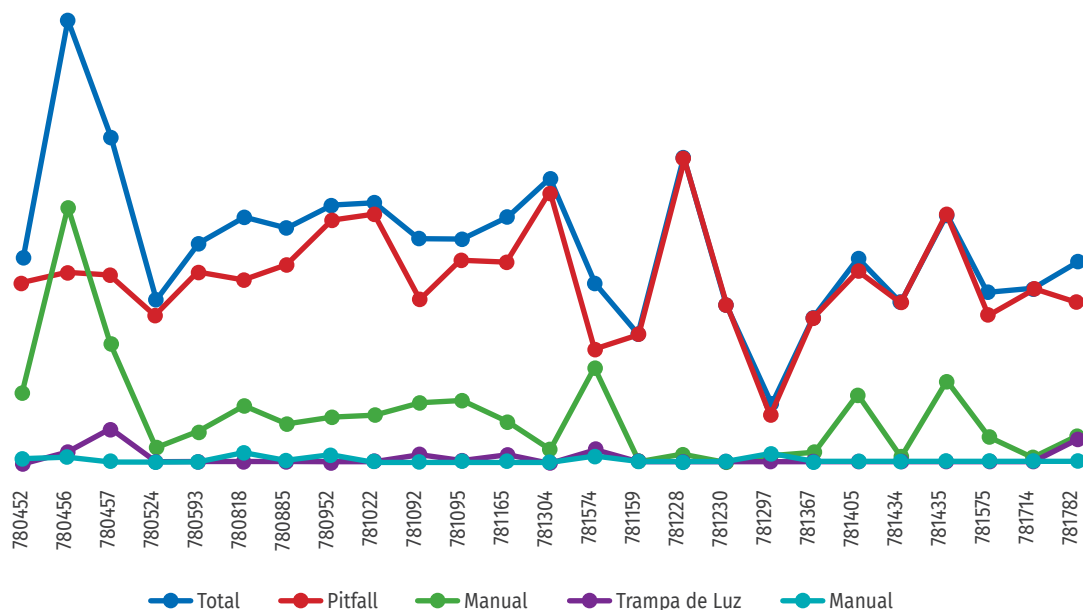


Figura 20
NIVELES DE RIQUEZA DE ARTRÓPODOS TERRESTRES SEGÚN
DIFERENTES METODOLOGÍAS DE MUESTREO Y CONGLOMERADO

En cuanto a los niveles de riqueza en las áreas muestreadas, el conglomerado 780456 ubicado a 20 km al este de Curepto, es el que presenta el mayor número de especies de artrópodos, con un total de 159 en total.

Otros conglomerados con altos niveles de riqueza son 780457 y 781228. Los métodos más exitosos para determinar riquezas corresponden a las trampas pitfall, seguido de las colectas manuales (Figura 20).

• Principales Hallazgos y Nuevas Especies

Se registraron 16 especies nuevas para la ciencia. Estas fueron: *Anisacate sp. n.*, *Sanogasta sp. n.*, *Macerio sp. n.*, *Portenia sp. n.*, *Osornolobus sp. n.*, *Tekellina sp. n.* para la clase Arachnida orden Araneae, *Brachistosternus sp. n1*, *Brachistosternus sp. n2* para la clase Arachnida orden Scorpiones, *Mummucia sp. n1*, *Mummucia sp. n2*, *Mummucia sp. n3* para la clase Arachnida orden solifugae, *Acalles sp. n* (Insecta, Coleóptera), *Maegaspilidae sp. n1* Maegaspilidae sp. n2 (Insecta, Hymenoptera), *Heteromallus sp. n1* y *Heteromallus sp. n2* (Insecta, Orthoptera).

Actualmente, dichas especies están siendo evaluadas en detalle, incluyendo las descripciones taxonómicas respectivas para su posterior publicación en revistas especializadas.

A la fecha existen 13 especies que han sido descritas y cuyos aspectos taxonómicos han sido publicados en revistas con revisión de pares (Cuadro 5).

Cuadro 6
TRAYECTORIA DE CAMBIO EN LOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS PREDOMINANTES EN LOS RÍOS

Nº	Especie nueva descrita	Orden	Familia	Region of Chile/Endémico	Categoría de conservación (MMA)	Fuente
1	<i>Tekellina araucana</i> Marusik, Eskov y Ramírez, 2022	Araneae	Synotaxidae	Valparaíso-Los Lagos/Chile-Argentina	Aun no clasificada	Ramírez et al., 2022
2	<i>Osornolobus violetaparra</i> n. sp.	Araneae	Orsolobidae	Maule/Endémico	Aun no clasificada	Grismado y Pizarro-Araya, In press
3	<i>Brachistosternus gayi</i> Ojanguren-Afflastro, Pizarro-Araya Ochoa, 2018	Scorpiones	Bothriuridae	Atacama/Endémico	En Peligro Crítico	Ojanguren-Afflastro et al., 2018
4	<i>Brachistosternus philippii</i> Ojanguren-Afflastro, Pizarro-Araya Ochoa, 2018	Scorpiones	Bothriuridae	Antofagasta/Endémico	En Peligro Crítico	Ojanguren-Afflastro et al., 2018
5	<i>Brachistosternus llullaillaco</i> Ojanguren-Afflastro, Alfaro y Pizarro-Araya, 2021	Scorpiones	Bothriuridae	Antofagasta/Endémico	Aun no clasificada	Ojanguren-Afflastro et al., 2018
6	<i>Brachistosternus chimba</i> Ojanguren-Afflastro, Alfaro y Pizarro-Araya, 2021	Scorpiones	Bothriuridae	Antofagasta/Endémico	Aun no clasificada	Ojanguren-Afflastro et al., 2021
7	<i>Bothriurus mistral</i> n. sp.	Scorpiones	Bothriuridae	Atacama/Endémico	Aun no clasificada	Ojanguren-Afflastro et al., In press
8	<i>Urophonius pehuenche</i> Ojanguren-Afflastro, Alfaro y Pizarro-Araya, 2020	Scorpiones	Bothriuridae	Maule/Endémico	Aun no clasificada	Ojanguren-Afflastro et al., 2020
9	<i>Henicotherus francisca</i> Jerez y Pizarro-Araya, 2020	Coleoptera	Chrysomelidae	Atacama-Coquimbo/Endémico	En Peligro	Jerez y Pizarro-Araya, 2020
10	<i>Luispenaia atacamensis</i> Mondaca, Pizarro-Araya y Alfaro, 2019	Coleoptera	Scarabaeidae	Atacama/Endémico	Aun no clasificada	Mondaca et al., 2019
11	<i>Luispenaia paposo</i> Mondaca, Pizarro-Araya y Alfaro, 2019	Coleoptera	Scarabaeidae	Antofagasta/Endémico	En Peligro	Mondaca et al., 2019
12	<i>Luispenaia paulseni</i> Mondaca, Pizarro-Araya y Alfaro, 2019	Coleoptera	Scarabaeidae	Atacama/Endémico	Aun no clasificada	Mondaca et al., 2019
13	<i>Praocis (Mesopraocis) arenicola</i> Flores y Pizarro-Araya, 2021	Coleoptera	Tenebrionidae	Atacama/Endémico	Aun no clasificada	Flores y Pizarro-Araya, 2022

MMA (2022). Procesos de Clasificación. Ministerio de Medio Ambiente. En: <https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/>
Especies descritas de Artrópodos en el proyecto SIMEF (Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile); se indica, Orden, Familia, Región en que se distribuye la especie en Chile y categoría de conservación según el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA).

REFERENCIAS

Barriga-Tuñón, J. E. (2021). Coleoptera Neotropical. Disponible en: <http://www.coleoptera-neotropical.org/> (último acceso: 23 de diciembre de 2021).

Barros, R.; Jaramillo, A. y Schmitt, F. (2015). Lista de Aves de Chile 2014. La Chiricoca, 20: 80-100.

Bassett, S. and Edwards, T. (2003). Effect of different sampling schemes on the spatial placement of conservation reserves in Utah, USA. *Biological Conservation*, 113: 141-151.

Brescovit, A. D. and. Sánchez-Ruiz, A. (2016). Descriptions of two new genera of the spider family Caponiidae (*Arachnida, Araneae*) and an update of *Tisentnops* and *Taintnops* from Brazil and Chile. *ZooKeys* 622: 47-84.

Caldas, A. and Robbins R. K. (2003). Modified Pollard transects for assessing tropical butterfly abundance and diversity. *Biological Conservation* 110: 211-219.

Cepeda-Pizarro, J.; Pizarro-Araya, J. y Vásquez. H. (2005a). Composición y abundancia de artrópodos epigeos del Parque Nacional Llanos de Challe: Impactos del ENOS de 1997 y efectos del hábitat pedológico. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 635-650.

Cepeda-Pizarro, J.; Pizarro-Araya, J.; Vásquez. H. (2005b). Variación en la abundancia de *Arthropoda* en un transecto latitudinal del desierto costero transicional de Chile, con énfasis en los Tenebriónidos epigeos. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 651-663.

Christaller, Walter (1966 1933?). Central Places in Southern Germany. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. p. 230.

Cigliano, M. M.; Braun, H.; Eades D. C. and Otte, D. (2021). *Orthoptera Species File*. Version 5.0/5.0. Disponible en: <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>. (último acceso: 23 diciembre 2021).

Coyle, F.A. (1986). Chilehexops, a new funnelweb mygalomorph spider genus from Chile (*Araneae, Dipluridae*). *American Museum Novitates* 2860: 1-10.

Demangel, D. (2016). Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones, Santiago, Chile. p. 619.

Elgueta, M. y Rojas, F. (2000). Hymenoptera de Chile. En: Martín-Piera, F., J.J. Morrone & A. Melic (eds.). Hacia un proyecto Cyted para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: Pribes-2000, pp. 245-251. Monografías Tercer Milenio, Zaragoza

Elgueta, M. y Marvaldi, A. E. (2006). Lista sistemática de las especies de Curculionoidae (*Insecta: Coleoptera*) presentes en Chile, con su sinonimia. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 55: 113-153.

Flores, G. E. y Pizarro-Araya, J. (2012). Systematic revision of the South American genus *Praocis* Eschscholtz, 1829 (*Coleoptera: Tenebrionidae*). Part 1: Introduction and subgenus *Praocis* s. str. *Zootaxa* 3336: 1-35.

Flores, G. E. and Pizarro-Araya, J. (2014). Towards a revision of the South American genus *Praocis* Eschscholtz (Coleoptera: Tenebrionidae), with estimation of the diversity of each subgenus. ZooKeys 415: 53-80.

Flores, G. E. and Pizarro-Araya, J. (En Rev.) Morphology of sensilla on foretibia, fossorial adaptations and revision of the subgenus *Praocis* (*Mesopraocis*) (Coleoptera: Tenebrionidae: Pimeliinae). ZooKeys.

Flores, G. E. and Pizarro-Araya, J. (2022). Revision of the subgenus *Mesopraocis* Flores & Pizarro-Araya of the Neotropical genus *Praocis* Eschscholtz (Coleoptera, Tenebrionidae, Pimeliinae). ZooKeys 1100: 29-55. En: <https://doi.org/10.3897/zookeys.1100.78769>

Goloboff, P. A. (1995). A revision of the South American spiders of the family *Nemesiidae* (Araneae, Mygalomorphae). Part I: species from Perú, Chile, Argentina, and Uruguay. Bulletin of the American Museum of Natural History 224: 1-189.

González, G. (2006). Los *Coccinellidae* de Chile. Disponible en: <http://www.coccinellidae.cl/pagunasWebChile/Inicio.php> (último acceso: 23 diciembre 2021).

Grismado, C. J., Pizarro-Araya, J. (In press). A new species of the genus *Osornolobus* Forster & Platnick from the Mauline forests of Chile (Araneae, Orsolobidae). Zootaxa 00: 00-00.

Haila, Y. and Margules, C. R. (1996). Survey research in conservation biology. Ecography. 19:323-331.

Holling, C. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4: 1-23.

Huber, B. A. (2000). New world pholcid spiders (Araneae: Pholcidae): A revision at generic level. Bulletin of the American Museum of Natural History 254: 4-348.

Iriarte, A. (2008). Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. p. 424.

Iriarte, A. y Jaksic, F. (2012). Los Carnívoros de Chile. Ediciones Flora & Fauna y CASEB, P.U. Católica de Chile. Santiago, Chile. p. 260.

Jaramillo, A. (2005). Aves de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España. p. 240.

Jurasinski, G. and Beierkuhnlein, C. (2006). Spatial patterns of biodiversity-assessing vegetation using hexagonal grids. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 106B: 401-411.

Kraus, O. (1966). Solifugen aus Chile (Arachnida). Senckenbergiana Biologica 47: 181-184.

Kulzer, H. (1959). Neue Tenebrioniden aus Südamerika (Col). (18. Beitrag zur Kenntnis der Tenebrioniden). 3. Verschiedene Neue Arten. Entomologische Arbeiten aus dem Museum Georg Frey 10: 523-567.

Labra, A.; Vidal, M. A.; Solís, R. y Penna, M. (2008). Ecofisiología de anfibios y reptiles. En: Herpetología de Chile. Science Verlag, Chile. p. 594.

Magalhaes, I. L.F.; Brescovit, A. D. and Santos, A. J. (2017). Phylogeny of *Sicariidae* spiders (Araneae: Haplogynae), with a monograph on Neotropical *Sicarius*. Zoological Journal of the Linnean Society 179: 767-864.

Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell, Oxford, United Kingdom.

Mattoni, C. I. and Acosta, L. E. (2006). Systematics and distribution of three *Bothriurus* species (Scorpiones, Bothriuridae) from central and northern Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 41: 235-250.

Maury, E. A. (1987). Consideraciones sobre algunos solífugos de Chile (Solifugae: Ammotrechidae, Daesiidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 44: 419-432.

Melo, M. C. and Faúndez, E. I. (2011). Synopsis of the genus *Empicoris* (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) in Chile. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* 51 (1): 11-20.

Montalva, J. y Ruz, L. (2010). Actualización de la lista sistemática de las abejas chilenas (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Chilena de Entomología* 35: 15-52.

Moore, T. y Vidal, P. (2013). Los buprestidos de Chile. Ediciones Universidad Católica, Santiago, Chile. 398 pp.

Mondaca, J., Pizarro-Araya, J. and Alfaro, F. M. (2019). Revision of the genus *Luispenaia* Martínez (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae: Tanyproctini), with description of three new species from the Atacama Desert, Chile. *Zootaxa* 4615 (3): 549-562. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4615.3.8>

Muma, M. H. (1971). The Solpugids (Arachnida, Solpugida) of Chile, with descriptions of a new family, new genera, and new species. *American Museum Novitates* 2476: 1-23.

Muñoz, A. y Yáñez, J. (2009). Mamíferos de Chile. Ediciones CEA. Valdivia, Chile.

Muñoz, A.; Rau, J. y Yáñez, J. (2004). Aves Rapaces de Chile. Ediciones CEA, Valdivia, Chile.

Núñez, H. (1992). Geographical data of Chilean Lizards and Snakes in Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. *Smithsonian Herpetological Information Service* Nº 91.

Ojanguren-Affilastro, A. A. (2002). Nuevos aportes al conocimiento del género *Brachistosternus* en Chile, con la descripción de dos nuevas especies (Scorpiones, Bothriuridae). *Boletín de la Sociedad Biológica de Concepción (Chile)* 73: 37-46.

Ojanguren-Affilastro, A. A. (2005). Notes on the genus *Brachistosternus* (Scorpiones, Bothriuridae) in Chile, with the description of two new species. *Journal of Arachnology* 33: 175-192.

Ojanguren-Affilastro, A. A. and Ramirez, M. J. (2009). Phylogenetic analysis of the scorpion genus *Brachistosternus* (Arachnida, Scorpiones, Bothriuridae). *Zoologica Scripta* 38: 183-198.

Ojanguren-Affilastro, A. A. and Kovarik, F. (2013). *Bothriuridae*. En: Kovarik, F. & A.A. Ojanguren-Affilastro (eds.). Illustrated catalog of scorpions. Part II. *Bothriuridae; Chaerilidae; Buthidae* I., genera *Compsobuthus, Hottentotta, Isometrus, Lychas*, and *Sassanidotus*. pp. 6-130. Jakub Rolčík Publisher, Czech Republic.

Ojanguren-Affilastro, A. A.; Mattoni, C. I.; Ochoa; J. A.; Ramírez, M. J.; Ceccarelli, F. S. and Prendini, L. (2016). Phylogeny, species delimitation and convergence in the South American bothriurid scorpion genus *Brachistosternus* Pocock 1893: Integrating morphology, nuclear and mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 94: 159-170.

Ojanguren-Affilastro, A. A.; Pizarro-Araya, J. and Ochoa-Cámara, J. A. (2018). Five new scorpion species of genus *Brachistosternus* (Scorpiones: Bothriuridae) from the deserts of Chile and Peru, with comments about some poorly

studied diagnostic characters of the genus. *Zootaxa* 4531 (2): 151–194. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4531.2.1>

Ojanguren-Affilastro, A. A.; Ramírez, M. J. and Pizarro-Araya, J. (2020). Phylogenetic analysis of the winter and southernmost scorpion genus *Urophonius* Pocock, 1893 (*Bothriuridae*), with the description of two new Patagonian species. *Zoologischer Anzeiger* 289: 50–66.

Ojanguren-Affilastro, A. A.; Ramírez, M. J. and Pizarro-Araya, J. (2020). Phylogenetic analysis of the winter and southernmost scorpion genus *Urophonius* Pocock, 1893 (*Bothriuridae*), with the description of two new Patagonian species. *Zool. Anz.* 289: 50–66. <https://doi.org/10.1016/J.JCZ.2020.09.003>

Ojanguren-Affilastro, A. A.; Alfaro, F. M. and Pizarro-Araya, J. (2021). Two new scorpion species from protected areas in Antofagasta Region, Chile (*Scorpiones*, *Bothriuridae*, *Brachistosternus*). *Zootaxa* 5040 (1): 111–131. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5040.1.6>

Ojanguren-Affilastro, A. A.; Benítez, H. A.; Iuri, H. A.; Mattoni, C. I.; Alfaro, F. M. and Pizarro-Araya, J. (In press). Description of *Bothriurus mistral* n. sp., the highest-dwelling *Bothriurus* from the western Andes (*Scorpiones*, *Bothriuridae*), using multiple morphometric approaches. *PLoS One*. 00: 00–00.

Packer, L. (2021). Bee Genera of Chile. Disponible en: <https://www.yorku.ca/bugsrus/resources/galleries/bgoc> (último acceso: 12 de marzo de 2021).

Peña, L. E. (1994). Nuevas especies de Tenebrionidae (*Insecta-Coleoptera*) de la Región Neotropical. *Gayana Zoología* (Chile) 58: 151–168

Pietruszka, R. D. (1980). Observations on seasonal variation in desert arthropods in central Nevada. *Great Basin Naturalist*, 40: 292–297.

Platnick, N. I. and Shadab, M. (1982). A revision of the American spiders of the genus *Camillina* (*Araneae*, *Gnaphosidae*). *American Museum Novitates* 2748: 1–38.

Platnick, N. I.; Shadab, M. U. and Sorkin, L. N. (2005). On the Chilean spiders of the family *Prodidomidae* (*Araneae*, *Gnaphosidae*) with a revision of the genus *Moreno Mello-Leitão*. *American Museum Novitates* 3499: 1–31.

Polasky, S.; Camm, J. D.; Solow, A. R.; Csuti, B.; White, D and Ding, R. (2000). Choosing reserve networks with incomplete species information. *Biological Conservation*, 94, pp. 1–10

Ramírez, M. J. (2003). The spider subfamily *Amaurobioidinae* (*Araneae*, *Anyphaenidae*): A phylogenetic revision at the generic level. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 277: 1–262.

Ramírez, A. (2010). Capítulo 2. Métodos de recolección. *Revista de Biología Tropical*, 58: 41–50.

Ramírez, M. J.; Magalhaes, I. L. F.; Pizarro-Araya, J.; Ballarin, F.; Marusik, Y. and , Eskov, K. (2022). A new species of the spider genus *Tekellina* Levi, 1957 from Chile, with a broadened definition of the family *Synotaxidae* (*Arachnida*, *Araneae*). *Zool. Anz.* 301: 76–90.

Ralph, C. J.; Sauer, J. R. and Droege, S. (eds.). (1995). Monitoring bird populations by point counts. Reporte técnico general PSW-GTR-149. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. Albany, California. p. 187.

Roig-Juñent, S. y Domínguez, M. C. (2001). Diversidad de la familia *Carabidae* (Coleoptera) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 549-571.

Sahr, K.; White, D. and Kimerling, A. J. (2003). Geodesic discrete global grid systems. *Cartography and Geographic Information Science*, 30: 121-134.

Solervicens, J. (2014). Coleópteros de la Reserva Nacional Río Clarillo en Chile Central: taxonomía, biología y biogeografía. Corporación Nacional Forestal. 478 pp.

Spence, M. and White, D. (1992). EMAP sampling grid technical report. Corvallis, OR: ManTech Environmental Technology, Inc.; U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory. p. 64.

Tellería, J. (1986). Manual para el Censo de los Vertebrados Terrestres. Editorial Raíces. Madrid. p. 278.

Turner, W. R.; Brandon, K.; Brooks, T. M.; Gascon, C.; Gibbs, K.; Russell, H. K.; Mittermeier, L. A.; and Selig, E. R. (2012). The Potential, Realized and Essential Ecosystem Service Benefits of Biodiversity Conservation. En: *Biodiversity Conservation and Poverty Alleviation: Exploring the Evidence for a Link*. Cooper, W.; Roe, D.; Elliott, J.; Sandbrook, C. y Walpole, M. (eds.).

Veloso, A. y Navarro, J. (1988). Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali*. Torino, 6: 481-539.

Vidal, P. y Guerrero, M. (2007). Los Tenebriónidos de Chile. 1a edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 480 pp.

White, D.; Kimerling, A. J. and Overton, W. S. (1992). Cartographic and geometric components of a global sampling design for environmental monitoring. *Cartography and Geographic Information Systems*, 19: 5-22.

RECONOCIMIENTOS

El Instituto Forestal (INFOR) tiene dentro de su misión el mandato de llevar a cabo los inventarios de los recursos comprendidos en los bosques del país, misión que ha sido cubierta por parte de sus profesionales y técnicos desde su fundación en 1961. Esta tarea ha sido comprendida en forma visionaria y ejemplar en su relevancia nacional e internacional por parte del Ministerio de Agricultura (MINAGRI), el cual ha apoyado financieramente a INFOR, permitiendo el diseño, desarrollo tecnológico, implementación y ejecución del Inventario Forestal Nacional de Chile, pero orientando también respecto del tipo de datos e información que el país requiere para cumplir con sus objetivos y necesidades internas, así como sus compromisos internacionales.

Así, el Inventario Forestal Nacional es una herramienta ministerial estadística-matemática que posibilita el levantamiento de datos e información respecto del estado y condición de los bosques del país desde una perspectiva ecosistémica en la búsqueda de un desarrollo sustentable.

Se hace extensivo este reconocimiento a las autoridades de INFOR por su constante apoyo y sugerencias para mejorar tecnológica y metodológicamente el Inventario Forestal Nacional, asegurando su vigencia y uso por las partes interesadas.





www.infor.cl