ISSN N° 2735-7716
INFORME TÉCNICO N° 277

LOS RECURSOS FORESTALES EN CHILE 2024

INVENTARIO FORESTAL NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS Y ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

INFOR

www.infor.cl

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

INFORME TÉCNICO N° 277

LOS RECURSOS FORESTALES EN CHILE

2024

INVENTARIO FORESTAL NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS Y ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES

Autores:
Rodrigo Sagardía Parga[1]
Carlos Bahamondez Villarroel
Alberto Ávila Campos
René Reyes Gallardo
Rafael Sanhueza Venegas
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
Mario Uribe

INSTITUTO FORESTAL
2024

[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 2025-A-6630

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 (2025).
Los Recursos Forestales en Chile 2024. Inventario Forestal Nacional de Bosques Nativos y Actualización de Plantaciones Forestales. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 277. p. 202. https://doi.org/10.52904/20.500.12220/32863

Diseño y diagramación:
Conchita Rosado y Máximo Trujillo, www.elbuque.cl

Índice

1 Aspectos Metodológicos

Introducción 10

Aspectos Metodológicos del Inventario Forestal 11

Aspectos Teóricos Relativos a los Inventarios 11

Aplicación del Concepto de Inventario Continuo 14

El Inventario Forestal Nacional 15

- Muestra de Individuos 15
- Muestra de Parcela 16
- Muestras a Nivel de Conglomerado 17

Variables Medidas en el Inventario Forestal Nacional 18

- Variables del Entorno 18
- Variables de Parcela 19
- Variables del Suelo 22
- Variables de Regeneración 23
- Variables Asociadas a Árboles Individuales 23
- Variables de Mortalidad 24
- Variables Socioeconómicas y Culturales 25

Procesamiento de los Datos y Generación de Resultados 26

- Procesamiento a Nivel de Árboles 26
- Procesamiento a Nivel de Parcelas 27
- Procesamiento a Nivel de Conglomerados 33
- Procesamiento a Nivel de la Población 36
- Procesamiento para la Estimación de Existencias en Biomasa y Carbono 39
- Biomasa de Árboles Muertos en Pie y Residuos Gruesos 42

Método de Actualización del Programa de Inventario de Plantaciones Forestales - Pequeños y Medianos Propietarios (PYMP) 44

- Elaboración de Coberturas Cartográficas Digitales 45
- Determinación de Error e Intervalos de Confidencia 46
- Clasificación Orientada a Objetos como Apoyo a Labores de Fotointerpretación 48

Referencias 54

2 Actualización de plantaciones forestales

Los Recursos Forestales de Plantaciones en Chile 56
- Programa de Actualización de Plantaciones Forestales 56
- Inventario Dasométrico-Ambiental de las Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad Forestal (PYMP) 58

Resultados 60
- El Recurso Plantaciones Forestales en el País 60
- El Recurso Plantaciones Forestales por Regiones 63
  - Región de Coquimbo 63
  - Región de Valparaíso 66
  - Región Metropolitana 69
  - Región de O'Higgins 71
  - Región del Maule 74
  - Región de Ñuble 77
  - Región del Biobío 80
  - Región de La Araucanía 83
  - Región de Los Ríos 86
  - Región de Los Lagos 88
  - Región de Aysén 91

3 Inventario de bosque nativo

Introducción 94
Resumen 94
Existencias Totales por Región 98
- Macrorregión Norte 98
  - Región de Coquimbo 98
  - Región de Valparaíso 99
  - Región Metropolitana 99
  - Región de O'Higgins 100
- Región del Maule 100
  - Existencias por Provincia 101
  - Existencias por Tipo Forestal 102
- Región del Biobío 104
- Región de La Araucanía 108
- Región de Los Ríos 112
- Región de Los Lagos 115
- Región de Aysén 120
- Región de Magallanes 126

4 Existencias de carbono

Introducción 132

Existencias de $tCO_{2\text{-}Eq}$ a Nivel Regional 132

Existencias de $tCO_{2\text{-}Eq}$ a Nivel Provincial 133

- Existencias Provinciales Región del Maule 133
- Existencias Provinciales Región del Biobío 134
- Existencias Provinciales Región de La Araucanía 134
- Existencias Provinciales Región de Los Ríos 134
- Existencias Provinciales Región de Los Lagos 135
- Existencias Provinciales Región de Aysén 135
- Existencias Provinciales Región de Magallanes 136

5 Aspectos socioeconómicos

Resultados del Componente Socioeconómico del Inventario Forestal Nacional, Regiones de La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén. Comparación entre el primer y segundo ciclo de mediciones 138

- Resumen 138
- Introducción 139
- Modelo Teórico 140
- Método 144
- Resultados 146
  - Cambios Observados en los Tomadores de Decisión 146
  - Cambios Observados en los Sub-sistemas Productivos 148
  - Cambios Observados en las Explotaciones y en la Intensidad de Uso del Suelo 155

Discusión 160

- Cambios en la Propiedad y Toma de Decisión en las Explotaciones 160
- Cambios en los Sistemas Productivos (extra e intrapredial) 162
- Cambios en los Predios y en el Uso de los Bosques 162

Conclusiones 164

Referencias 165

6 Biodiversidad

Introducción 170

Antecedentes Técnico-Metodológicos 170

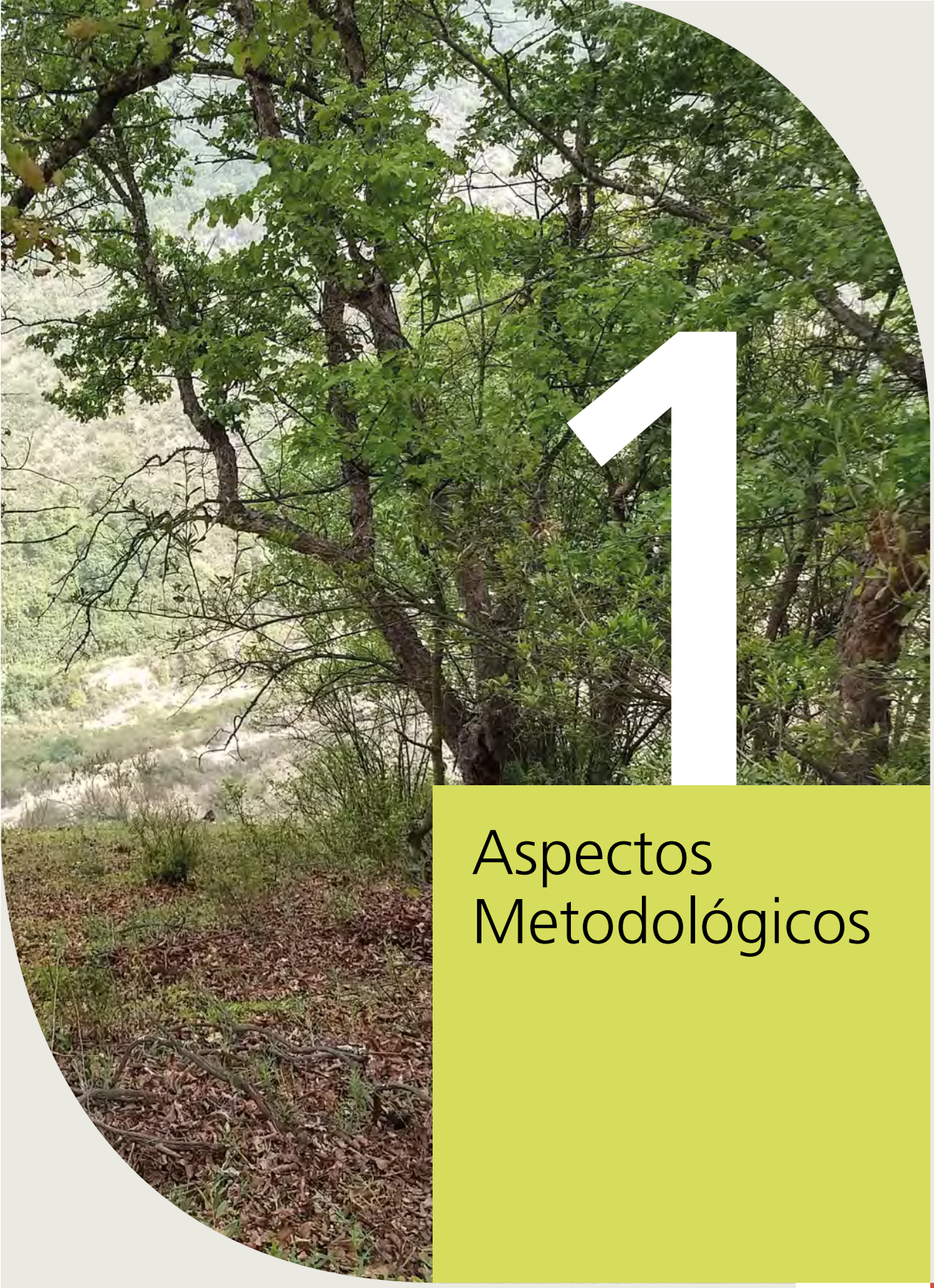
- Definición de las Unidades de Biodiversidad 172
- Levantamiento de Datos de Biodiversidad 174
- Metodologías para el Muestreo de Biodiversidad 175
  - Vegetación, Flora y Suelo 177
  - Vertebrados 180
  - Artrópodos 183
- Conservación de los Materiales Colectados 185
- Determinación Taxonómica de los Materiales Colectados 188
- Base de Datos 188
- Estimación de la Riqueza y Abundancia de la Fauna de Artrópodos Terrestres 188

Resultados 189

- Identificación de Conglomerados 189
- Principales Hallazgos y Nuevas Especies 189
- Especies Nuevas y sus Implicancias en la Biodiversidad 190
- Desafíos para el Levantamiento de Datos de Biodiversidad 195

Referencias 197

RECONOCIMIENTOS 202



1

Aspectos Metodológicos

INSTITUTO FORESTAL

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

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 toda la sociedad. 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 Martin (com. pers.[1]) determinaron para bosques de renovales de *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus alpin*a, 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 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

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

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 m^2, 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 sobrexplotado 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 CONYCIT, 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 m^2 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 m^2, los árboles de DAP mayor o igual a 8 cm se miden dentro de las parcelas de 122 m^2, y los árboles mayores a 4 cm en DAP se miden dentro de parcelas de 12,6 m^2. Todas estas parcelas son organizadas en forma concéntrica como se muestra en la Figura 1.

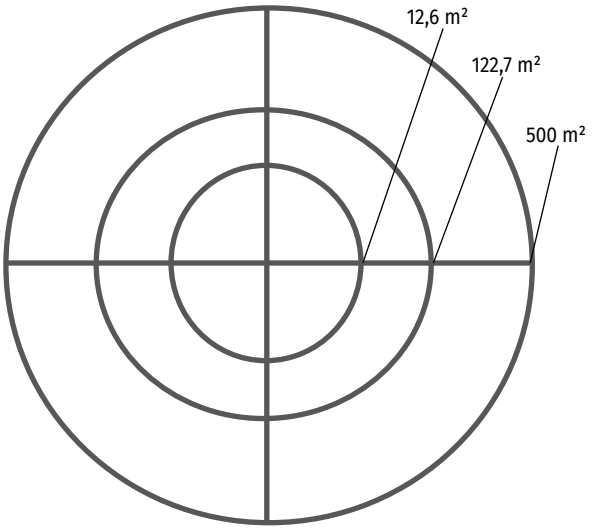


Figura 1
PARCELA CIRCULAR CONCÉNTRICA DE ÁREA EQUIVALENTE

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 m^2 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.

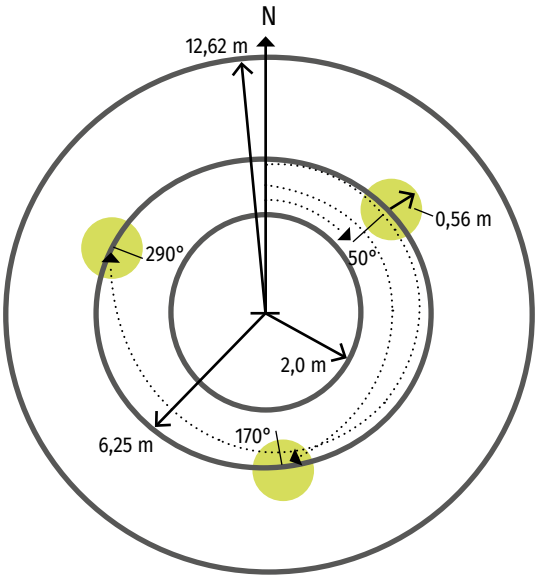


Figura 2
MUESTRAS DE REGENERACIÓN Y VEGETACIÓN

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.

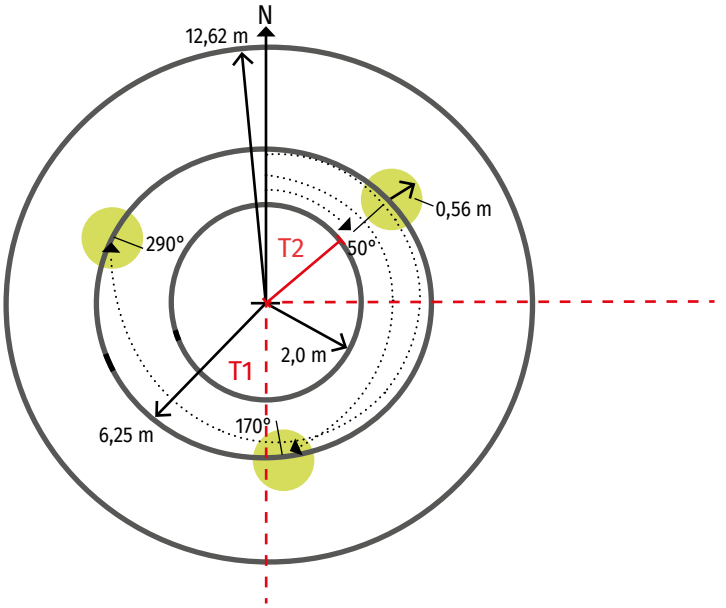


Figura 3
TRANSECTOS DE RESIDUOS LEÑOSOS Y MORTALIDAD

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 micorrizas.

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 forestal 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 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.

Continúa en la siguente página.

Viene de la página anterior.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
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.
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.

Continúa en la siguente página.

Viene de la página anterior.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
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, que clasifica el color en base a 3 variables básicas: matiz, brillo y croma.
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 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 m^2. 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 midan 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

Variables	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.

Continúa en la siguente página.

Viene de la página anterior.

Variables	Descripción
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 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

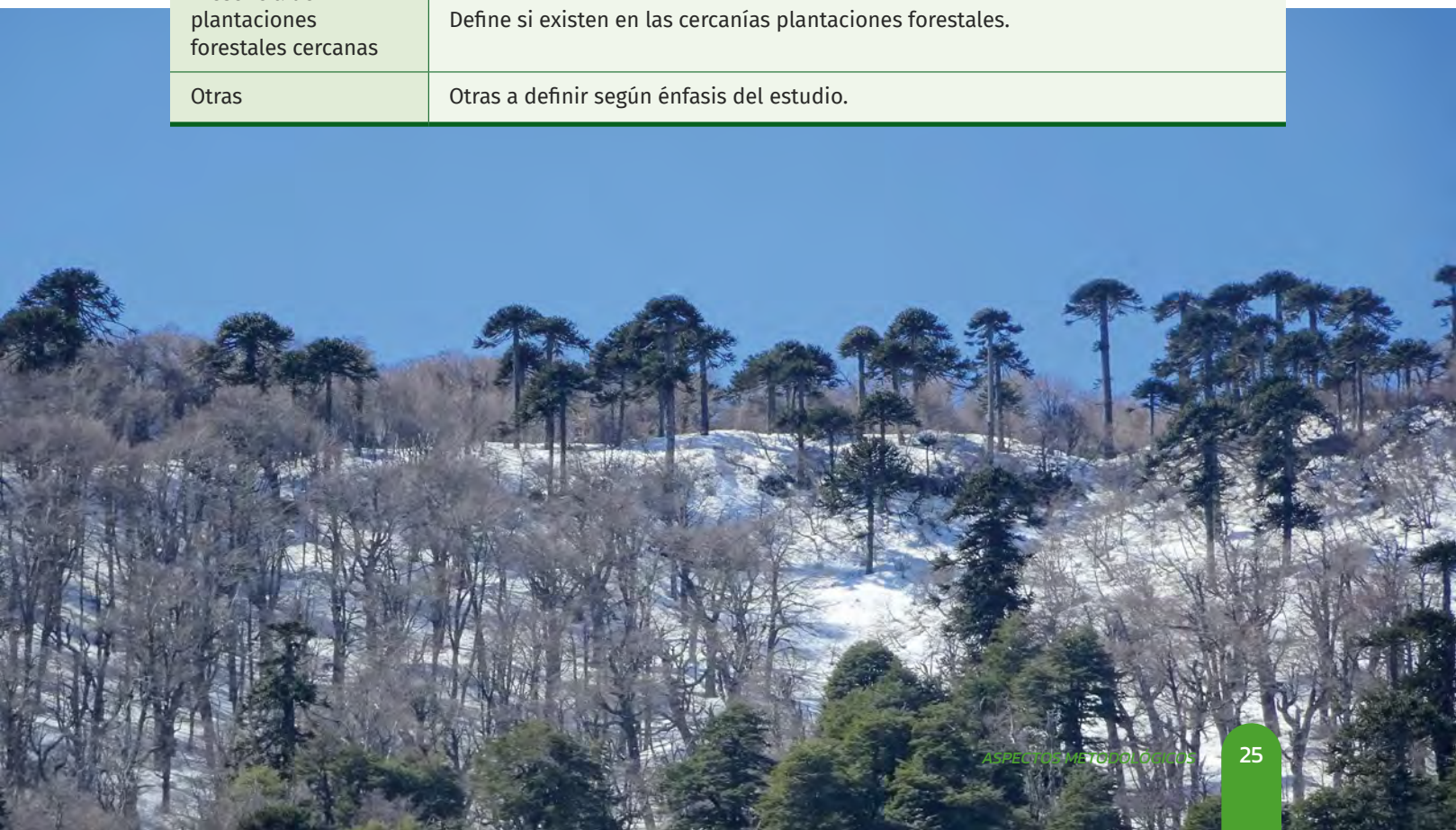
Variables	Descripción
Especie	Identifica la especie.
Causa	Identificación de la causa de muerte.
DAP	Medición de tamaño para estimación de volumen. Se mide a 1,3 metros de largo si el árbol está caído.
Diámetro al tocón	Tamaño al diámetro del tocón o al diámetro superior visible.
Diámetro sección superior 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

Variables	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.).
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^3ssc) 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:

$$Narb / ha_{especie} = f_{12.62} *(n_{sp,12.62}) + f_{6.25} *(n_{sp,6.25}) + f_{2.0} *(n_{sp,2.0}) + f_{0.56} *(n_{sp,056})$$

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:

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

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:

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

Donde:

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

g_i Área Basal del árbol individual (g = π/4*(DAP²))

► Por Especie

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

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

con,

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

► Por Clase de Calidad

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

con,

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

► Por Grado de Ataque o Daño Sanitario

$$AreaBasal\ /\ ha_{daño} = f_{daño,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} g_{daño,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} g_{daño,i}$$

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**

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

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.

$$HTMedia = \frac{1}{\sum_k N_k} \left\{ f_{12.62} * \sum \left(HT_{12.62,i}\right) + f_{6.25} * \sum \left(HT_{6,25,i}\right) \right\}$$

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**

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

- **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:

$$CAB / ha_P = \frac{1}{P}\frac{\Pi}{4} f_{12.62} \left\{ -\left[\sum_{i=1}^{n12.62} (DAP_{i,p} - P * CAP_{i,claseDAP})^2 \right] + \left[\sum_{i=1}^{n12.62} (DAP_{i,p0})^2 \right] \right\} +$$

$$\frac{1}{P}\frac{\Pi}{4} f_{6.25} \left\{ -\left[\sum_{i=1}^{n6.25} (DAP_{i,p} - P * CAP_{i,claseDAP})_i^2 \right] + \left[\sum_{i=1}^{n6.25} (DAP_{i,p0})^2 \right] \right\}$$

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<=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:

$$CAPVOL / ha_P = \frac{1}{P} f_{12.62} \left\{ \left[\sum_{i=1}^{n12.62} (v_{i,p}) \right] - \left[\sum_{i=1}^{n12.62} (v_{i,p0}) \right] \right\} + f_{6.25} \left\{ \left[\sum_{i=1}^{n6.25} (v_{i,p})_i^2 \right] - \left[\sum_{i=1}^{n6.25} (v_{i,p0}) \right] \right\}$$

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:

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

con,

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:

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

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:

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

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:

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

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:

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

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

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

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

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:

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

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:

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

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:

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

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

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

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

El Volumen cúbico neto en cada conglomerado se estima como:

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

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

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

Donde:

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

- **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:

$$CAPCong_{claaseDAP} = \frac{\sum_{j=1}^{J} cap_{j,claseDap}}{J}$$

- **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:

$$CABCong = \frac{\sum_{j=1}^{J} CAP_j}{J}$$

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

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

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

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

con,

T Volumen (m^3/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 m^3ssc de la población definida según los párrafos anteriores son:

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

$$\mu = \sum_{mn} V_{ij} \Big/ MN$$

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:

$$Var\ (\mu) = \frac{\sum_{j}^{M} n_j\ (v_i - \mu)^2}{\left(\sum_{j}^{M} n_j\right)(m-1)}$$

Donde:

v_i 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,

$\sum_{j}^{M} n_j$ $m\ n_j$

- **Calculo 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

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

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

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

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

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

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 (m^3ssc/ha/año)**

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

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
	Raulí (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, esta 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 (m^3/ha) de árboles con DAP ≥ 4 cm

D Densidad básica de la madera (Contenido humedad 12 %) (t/m^3)

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/m^3, 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/m³)	N	Fuente
Araucaria araucana	Araucaria	483,0		Pérez (1983)
Gevuina avellana	Avellano	506,7	90	Gayoso *et al.* (2002)
Drimys winteri	Canelo	431,2	48	Gayoso *et al.* (2002)
Nothofagus dombeyi	Coigüe	504,2	316	Gayoso *et al.* (2002)
Laurelia sempervirens	Laurel	447,2	12	Gayoso *et al.* (2002)
Persea lingue	Lingue	464,3	20	Gayoso *et al.* (2002)
Saxegothaea conspicua	Mañío hembra	547,0	11	Gayoso *et al.* (2002)
Citronella mucronata	Naranjillo	460,1		Gayoso *et al.* (2002)
Embotrium coccineum	Notro	474,4		Gayoso *et al.* (2002)
Aextoxicon punctatum	Olivillo	487,9	12	Gayoso *et al.* (2002)
Sophora microphylla	Pelú	488,0		Gayoso *et al.* (2002)
Cryptocarya alba	Peumo	460,1		Gayoso *et al.* (2002)
Lomatia hirsuta	Radal	474,4		Gayoso *et al.* (2002)
Nothofagus alpina	Raulí	507,6	68	Gayoso *et al.* (2002)
Nothofagus obliqua	Roble	461,4	259	Gayoso *et al.* (2002)
Laureliopsis philippiana	Tepa	438,2	273	Gayoso *et al.* (2002)
Weinmannia trichosperma	Tineo	540,8	146	Gayoso *et al.* (2002)
Dasyphyllum diacanthoides	Trevo	652,7	12	Gayoso et al. (2002)
Eucryphia cordifolia	Ulmo	546,9	379	Gayoso *et al.* (2002)
Lomatia dentata	Avellanillo	474,4		Gayoso *et al.* (2002)
Nothofagus antarctica	Ñirre	464,0		Pérez (1983)
Luma apiculata	Arrayán	799,1		Gayoso *et al.* (2002)
Amomyrtus luma	Luma	764,5	12	Gayoso *et al.* (2002)
Rhaphithamnus spinosus	Arrayán macho	435,8		Gayoso *et al.* (2002)
Myrceugenia exsucca	Pitra	799,1		Gayoso *et al.* (2002)
Caldcluvia paniculata	Tiaca	555,0		Pérez (1983)
Aristotelia chilensis	Maqui	331,0		Pérez (1983)

Continúa en la siguente página.

Viene de la página anterior.

Especie	Nombre común	Densidad básica (kg/m³)	N	Fuente
Maytenus boaria	Maitén	474,4		Gayoso *et al.* (2002)
Tepualia stipularis	Tepú	799,1		Gayoso *et al.* (2002)
Amomyrtus meli	Meli	799,1		Gayoso *et al.* (2002)
Escallonia spp.	*Escallonia spp.*	710,0		Pérez (1983)
Ovidia pillo-pillo	Pillo pillo	331,0		Pérez (1983)
Lomatia ferruginea	Fuinque	474,4		Gayoso *et al.* (2002)
Podocarpus nubigena	Mañío macho	513,2	54	Gayoso *et al.* (2002)
Azara integrifolia	Corcolén	474,4		Gayoso *et al.* (2002)
Fitzroya cupressoides	Alerce	405,0		Pérez (1983)
Austrocedrus chilensis	Ciprés de la cordillera	424,0		Pérez (1983)
Blepharocalyx cruckshanksii	Temu	799,1		Gayoso *et al.* (2002)
Pilgerodendron uviferum	Ciprés de las guaitecas	405,0		Pérez (1983)
Crinodendron hookerianum	Chaquihue, Polizón	435,8		Gayoso *et al.* (2002)
Fuchsia magellanica	Chilco	710,0		Pérez (1983)
Maytenus magellanica	Leña dura	799,1		Gayoso *et al.* (2002)
Myrceugenia planipes	Picha-Picha	799,1		Gayoso *et al.* (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/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 t/m^3 (IPCC, 1996).

Para el factor de descuento de descomposición se consideró la información generada por el proyecto FONDEF D98I1076, 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	Ausentes	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 medula 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, se 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 D98I1076)	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 CO_2 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 biomasas se multiplicaron por este factor obteniéndose el contenido de carbono.

Carbono de biomasa (t/ha) = Biomasa (t/ha) * 0,4964

En el caso de la representación del contenido de Carbono como CO_2 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 redunda 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:

yi : Superficie de diferencias del cuadrante "*i*"
zi : 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*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:

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

con,

yi : Superficie diferencia del cuadrante "*i*"

zi : 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.

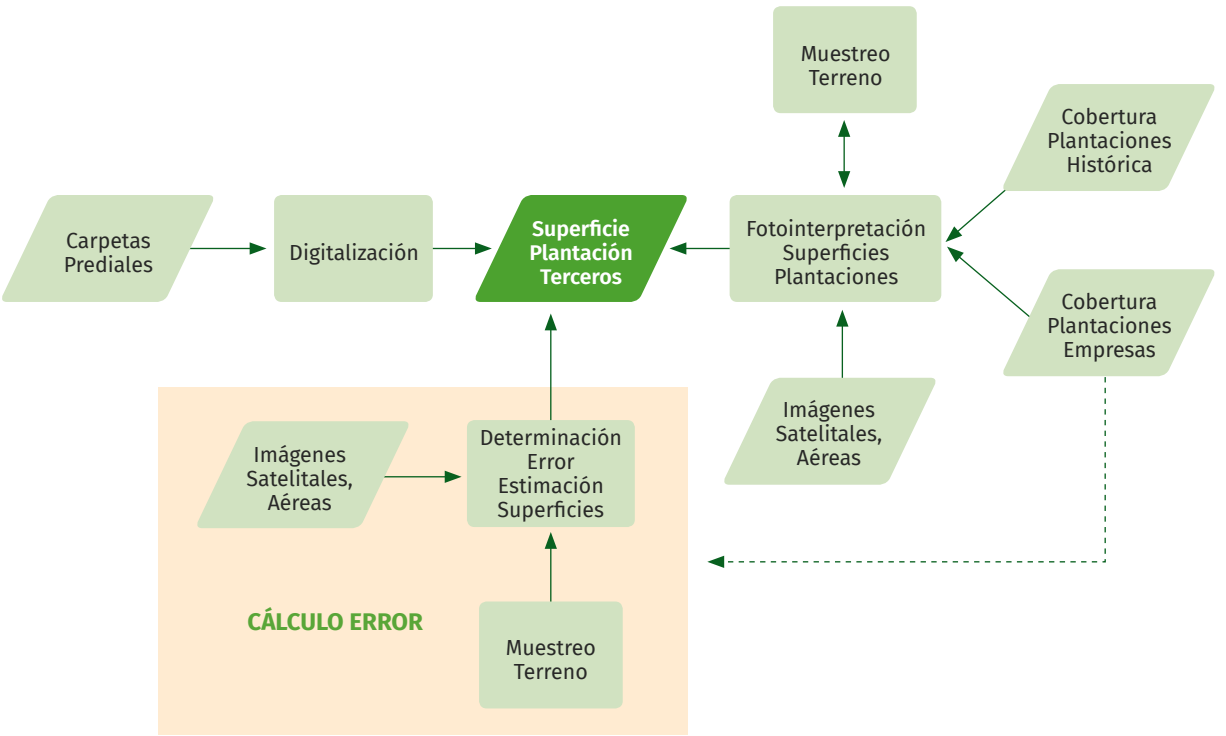


Figura 4
MÉTODO DE ACTUALIZACIÓN SUPERFICIE PLANTACIONES PYMP

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 pixeles 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).

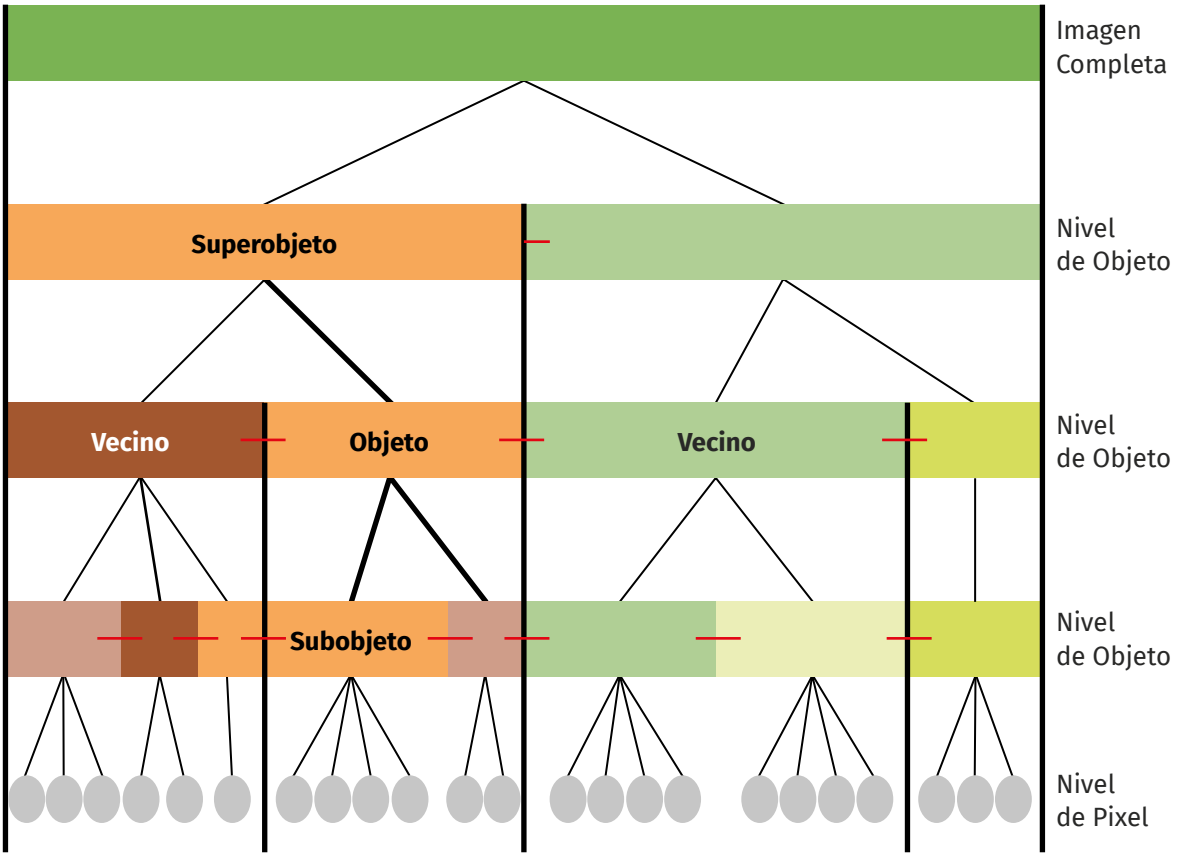


Figura 5
JERARQUÍA DE OBJETOS DE IMAGEN Y VÍNCULOS ENTRE OBJETOS

- **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.

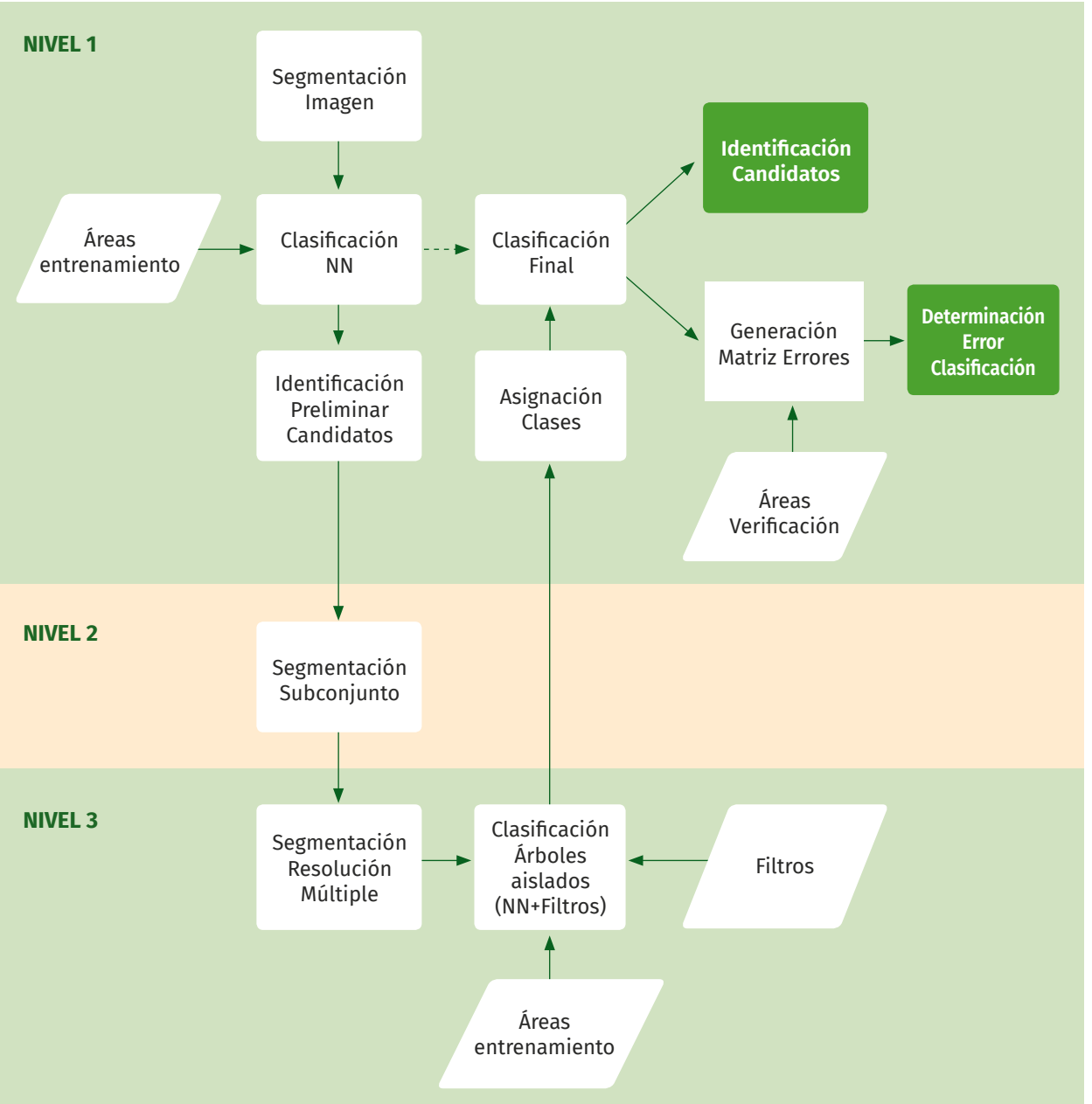


Figura 6
DIAGRAMA DE FLUJO PARA IDENTIFICACIÓN CANDIDATOS PLANTACIÓN JOVEN

► 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.

2

Actualización de plantaciones forestales

INSTITUTO FORESTAL

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 del Instituto Forestal y cuyos orígenes se remonta 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 2023, se desarrolló durante el año 2024.

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 2023:

- Forestal Arauco S.A.
- Forestal Mininco S.A.
- Hancock SpA
- Forestal Tregualemu SpA
- Forestal El Astillero Ltda.
- Forestal Aurora SpA
- Lago Lanalhue SpA
- Forestal Canteras SpA
- ADFORST

Otra entrada importante de información al programa es aquella correspondiente a los denominados Terceros, 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 Terceros, 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 2024 se realizaron muestreos regionales para comprobar el nivel de cumplimiento de las reforestaciones de Terceros, expresadas en información provista por CONAF.

Las imágenes multiespectrales que se utilizaron como base en el período para este propósito corresponden al instrumento MSI a bordo de la serie de satélites Sentinel-2, haciendo uso de sus bandas espectrales con resolución espacial de 10 x 10 m; correspondientes a longitudes de onda que cubren del azul hasta el infrarrojo cercano. Estas imágenes fueron procesadas para detectar los cambios temporales ocurridos en las plantaciones forestales de Terceros; 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.

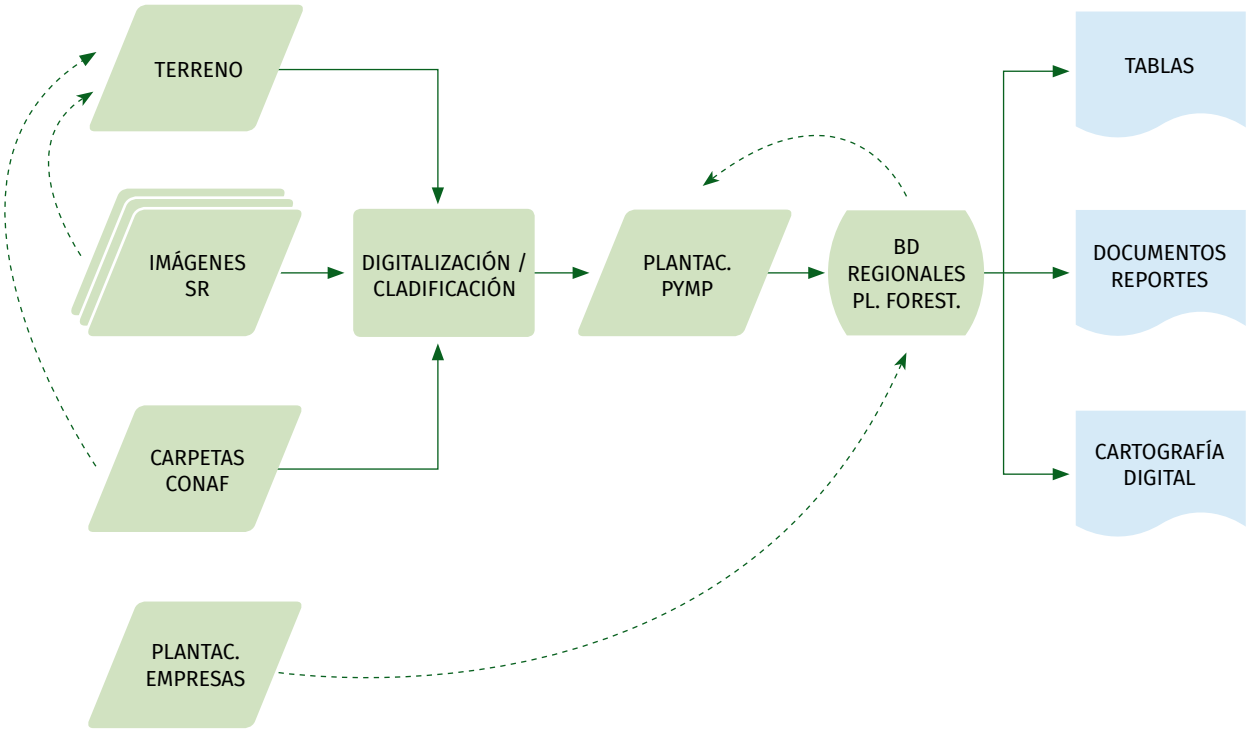


Figura 1
ESQUEMA DE TRABAJO. ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES

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), y que considera las especies forestales con mayor superficie plantada.

Plantaciones de pino radiata 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)
Pinus radiata	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)
Eucalyptus	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.

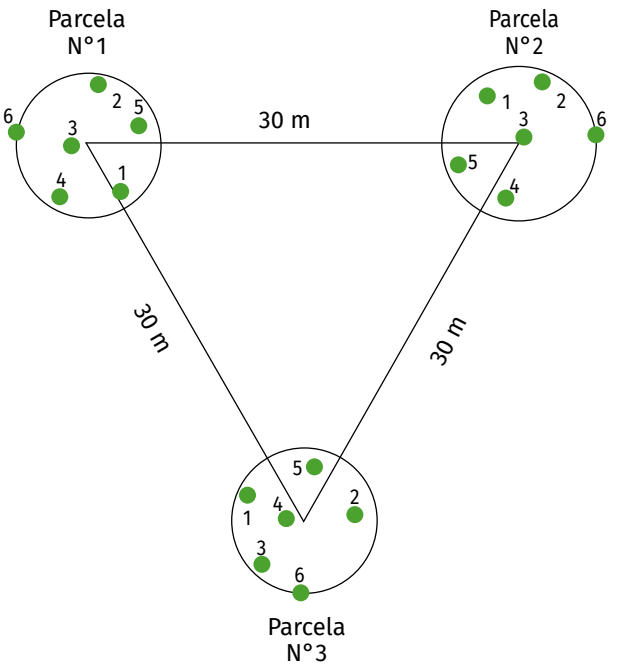


Figura 2
FORMA DEL CONGLOMERADO (DIÁMETRO DE CÍRCULOS ES SOLAMENTE REFERENCIAL)

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.

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

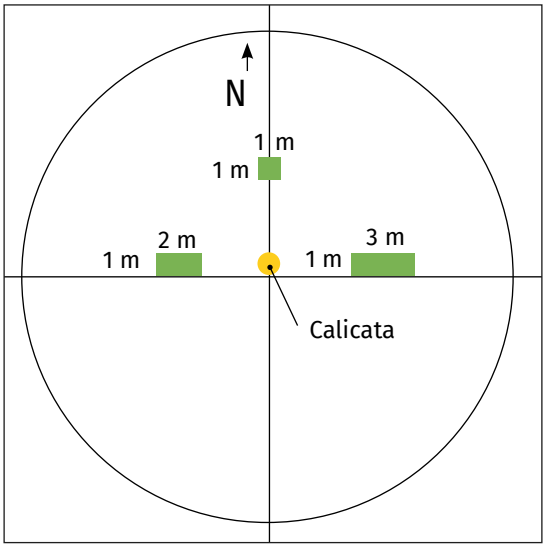


Figura 3
SUBPARCELAS DE VEGETACIÓN

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, 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 2023. Las plantaciones forestales del país alcanzaron 2,224 millones de hectáreas, lo que implica una disminución en la superficie de plantaciones en pie de 52.603 ha, respecto del año anterior; cabe recordar que durante 2023 se registraron incendios que afectaron de manera importante a plantaciones forestales, principalmente entre las regiones de Ñuble y Araucanía.

En cuanto a las especies más plantadas en Chile, *Pinus radiata* presenta una disminución de superficie de 30.535 ha, en comparación con el año 2022. *Eucalyptus globulus* disminuyó en 30.893 ha; y *Eucalyptus nitens* incrementó su superficie en 2.757 ha, respecto del año anterior. En tanto, la superficie plantada con el eucalipto híbrido aumentó en 7.088 ha.

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 2023

Región	ESPECIE								TOTAL
	Atriplex spp	*Eucalyptus globulus*	*Eucalyptus nitens*	*Eucalyptus híbrido **	*Pinus ponderosa*	*Pinus radiata*	*Pseudotsuga menziesii*	Otras	
	(ha)								
Coquimbo	53.211	2.240	0	0	0	3	0	17.584	73.038
Valparaíso	0	34.641	1	0	0	5.737	0	2.179	42.558
Metropolitana	0	3.761	0	0	0	19	0	399	4.180
O'Higgins	0	41.864	20	0	0	61.077	0	953	103.913
Maule	0	48.945	2.256	239	0	363.688	52	3.463	418.641
Ñuble	0	63.889	20.833	6.303	0	179.668	3	1.185	271.882
Bío Bío	0	161.713	105.780	28.182	402	287.824	77	3.955	587.933
Araucanía	0	134.598	75.816	7.389	2.499	223.910	7.913	2.919	455.044
Los Ríos	0	19.589	56.169	11.288	3	79.491	3.318	2.309	172.167
Los Lagos	0	24.891	26.804	1.136	215	11.623	1.033	431	66.132
Aysén	0	0	7	0	17.734	0	3.254	7.681	28.676
Total	**53.211**	**536.130**	**287.686**	**54.536**	**20.852**	**1.213.041**	**15.650**	**43.058**	**2.224.163**

* 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 de 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 Terceros) y por regiones se describen en Cuadro 4. Las empresas en convenio no son las mismas que el año anterior. Las plantaciones de *Pinus radiata* de empresas en convenio representan el 67% del total plantado con esta especie. En tanto, las plantaciones con especies del género *Eucalyptus*, el 59% de la superficie total pertenece a Terceros.

Cuadro 4
SUPERFICIE DE PLANTACIONES DE *Pinus radiata* Y *Eucalyptus* POR REGIÓN Y TIPO DE PROPIETARIO
DICIEMBRE 2023

Región	*Pinus radiata*		*Eucalyptus*	
	E. convenio	Terceros	E. convenio	Terceros
	(ha)			
Coquimbo	0,0	3,2	0,0	2.326,9
Valparaíso	0,0	5.737,3	0,0	34.984,7
Metropolitana	0,0	19,1	0,0	3.842,0
O'Higgins	306,6	60.770,3	22,5	41.868,7
Maule	195.347,4	168.340,3	12.097,1	39.472,8
Ñuble	135.729,9	43.938,0	33.335,6	57.862,6
Biobío	239.597,2	48.227,3	191.482,8	105.358,8
Araucanía	172.897,1	51.013,1	73.387,0	144.722,6
Los Ríos	72.421,6	7.069,7	42.828,3	44.665,3
Los Lagos	1.994,1	9.628,7	9.449,1	43.538,0
Aysén	0,0	0,0	2,9	5,0
Total	**818.293,8**	**394.747,0**	**362.605,2**	**518.647,5**

Respecto de las superficies plantadas en los últimos seis años por tipo de propietario y especie, que se encontraban en pie a diciembre de 2023, se aprecia una importante disminución de pino plantado desde el año 2018 hasta año 2021, para volver a incrementarse en los últimos dos años. Por otra parte, la superficie de pino radiata de Terceros muestra una sostenida tendencia a la baja en los últimos años, 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 Terceros como empresas en convenio, siguen tendencia a la disminución de los últimos años. La superficie plantada con *Eucalyptus nitens*, en Terceros se mantiene relativamente estable en el período indicado, en tanto se incrementa la superficie perteneciente a empresas en convenio, 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. conv.	Terceros	E. conv.	Terceros	E. conv.	Terceros	
	(ha)						
2018	52.715,2	35.834,7	8.434,6	28.654,8	8.852,9	6.566,5	141.058,7
2019	46.622,7	28.860,2	5.972,7	24.296,8	14.729,0	6.040,5	126.522,0
2020	31.282,9	20.043,2	2.650,2	18.320,4	13.928,7	7.280,2	93.505,7
2021	29.365,5	11.909,5	2.914,6	14.354,3	12.347,6	6.554,0	77.445,5
2022	36.365,6	13.472,2	2.266,9	16.681,9	12.038,5	5.244,2	86.069,2
2023	44.965,3	8.223,3	4.293,0	10.811,8	22.342,5	5.185,3	95.821,2
Total	**241.317,1**	**118.343,2**	**26.532,0**	**113.120,0**	**84.239,3**	**36.870,7**	**620.422,4**

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 2023.

Región de Coquimbo

La región de Coquimbo registra un total de 73.038 ha de plantaciones, 1.433 ha menos que el año 2022, con predominancia de especies del género *Atriplex* (73%) (Cuadro 6).

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

Comuna	*Atriplex spp.*	*Acacia saligna*	*E. globulus*	Otras	Total
	(ha)				
La Serena	7,0	382,0	350,4	700,9	1.440,3
La Higuera	38,9	337,1	19,5	13,1	408,5
Coquimbo	12.548,4	3.933,0	269,3	476,9	17.227,6
Andacollo	442,1	6,8	8,4	36,0	493,3
Vicuña	4,2	4,2	39,5	39,9	87,8

Continúa en la siguente página.

Viene de la página anterior.

Comuna	*Atriplex spp.*	*Acacia saligna*	*E. globulus*	Otras	Total
	(ha)				
Paiguano	0,0	0,8	0,0	2,6	3,4
Prov. Elqui	**13.040,6**	**4.664,0**	**687,1**	**1.269,4**	**19.661,0**
Ovalle	13.359,5	4.653,5	644,0	550,0	19.206,9
Monte Patria	1.040,5	0,0	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**	**5.249,1**	**907,5**	**1.568,2**	**23.338,6**
Illapel	1.954,1	623,2	88,4	294,8	2.960,5
Salamanca	1,4	58,9	23,3	123,5	207,0
Los Vilos	9.070,2	535,4	449,5	175,5	10.230,5
Canela	13.530,7	2.267,9	83,9	757,8	16.640,4
Prov. Choapa	**24.556,3**	**3.485,4**	**645,1**	**1.351,6**	**30.038,3**
Total	**53.210,8**	**13.398,4**	**2.239,6**	**4.189,1**	**73.037,9**

Las plantaciones que más disminuyeron su superficie, respecto del año anterior, correspondieron al género Atriplex, con 1.406 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	*Atriplex spp.*	*Acacia saligna*	*E. globulus*	Otras	Total
	(ha)				
S/I*	223,2	0,0	0,0	0,0	223,2
< 2003	47.489,6	3.843,2	1.316,7	2.122,2	54.771,8
2003	1.498,1	1.978,6	18,4	147,3	3.642,5
2004	1.226,9	2.388,7	47,9	620,8	4.284,3
2005	437,5	2.330,4	8,8	611,7	3.388,4
2006	481,6	2.078,5	13,3	110,1	2.683,5
2007	28,6	605,2	37,2	295,4	966,5
2008	526,3	150,9	39,8	137,9	854,9
2009	295,6	20,1	193,1	83,1	591,9
2010	896,5	0,0	125,0	38,6	1.060,1
2011	106,8	0,0	27,6	1,6	136,1
2012	0,0	0,0	54,9	10,1	65,0
2013	0,0	0,0	30,6	0,0	30,6
2014	0,0	2,7	21,8	0,0	24,5
2015	0,0	0	51,6	10,1	61,7
2016	0,0	0,0	45,2	0,0	45,2
2017	0,0	0,0	93,9	0,0	93,9
2018	0,0	0,0	24,1	0,0	24,1
2019	0,0	0,0	25,2	0,0	25,2
2020	0,0	0,0	15,7	0,0	15,7
2021	0,0	0,0	31,6	0,0	31,6
2022	0,0	0,0	17,0	0,2	17,2
2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**53.210,8**	**13.398,4**	**2.239,6**	**4.189,1**	**73.037,9**

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

En esta región se detectó cambio de uso del suelo, de plantaciones a otros usos, de solamente 1.281 ha, en su gran mayoría a uso urbano.

Región de Valparaíso

La región de Valparaíso contabiliza 42.558 ha de plantaciones forestales a diciembre de 2023, esto es 1.740 ha más que el año anterior.

En la región predominan las plantaciones con la especie *Eucalyptus globulus*, que representan el 81% de la superficie regional de plantaciones en pie.

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

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	Otras	Total
	(ha)			
La Ligua	269,2	891,2	1.337,3	2.497,6
Cabildo	0,0	6,3	0,0	6,3
Zapallar	24,1	582,8	19,0	625,9
Papudo	70,6	576,8	501,1	1.148,5
Prov. Petorca	**363,9**	**2.057,0**	**1.857,3**	**4.278,3**
Valparaíso	1.470,9	4.893,9	202,0	6.566,8
Viña del Mar	111,5	191,7	0,0	303,2
Casablanca	2.167,2	7.131,1	2,6	9.300,9
Quintero	34,0	803,5	0,0	837,5
Puchuncaví	99,2	1.813,6	0,0	1.912,9
Concón	71,4	334,5	2,2	408,1
Prov. Valparaíso	**3.954,2**	**15.168,4**	**206,8**	**19.329,3**
Villa Alemana	0,0	30,4	0,0	30,4
Quilpué	15,7	1.122,9	2,3	1.140,9
Limache	0,0	695,8	0,0	695,8
Olmué	0,0	67,2	13,1	80,3
Prov. Marga Marga	**15,7**	**1.916,3**	**15,4**	**1.947,4**
San Antonio	227,3	2.806,2	10,8	3.044,2
Santo Domingo	453,7	4.325,2	10,2	4.789,1
Cartagena	41,5	3.035,5	0,0	3.077,0
El Tabo	112,9	3.190,8	2,5	3.306,2
El Quisco	295,6	776,3	1,0	1.073,0

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	Otras	Total
	(ha)			
Algarrobo	268,8	1.113,5	47,8	1.430,1
Prov. San Antonio	**1.399,9**	**15.247,5**	**72,3**	**16.719,6**
Quillota	0,0	62,1	0,6	62,7
Nogales	0,0	12,4	0,0	12,4
Hijuelas	3,7	10,4	0,0	14,1
La Calera	0,0	40,5	0,0	40,5
Prov. Quillota	**3,7**	**125,5**	**0,6**	**129,8**
Panquehue	0,0	32,0	0,0	32,0
Catemu	0,0	72,0	19,3	91,2
Llay Llay	0,0	18,4	0,0	18,4
Prov. San Felipe	**0,0**	**122,3**	**19,3**	**141,6**
Calle Larga	0,0	0,0	0,0	0,0
San Esteban	0,0	3,5	8,3	11,8
Prov. Los Andes	**0,0**	**3,5**	**8,3**	**11,8**
Total	**5.737,3**	**34.640,6**	**2.179,9**	**42.557,8**

Cuadro 9
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE VALPARAÍSO

Año	*Pinus radiata*	*E. globulus*	Otras	Total
	(ha)			
< 2003	3.900,4	4.734,3	1.352,1	9.986,8
2003	154,8	945,0	77,8	1.177,7
2004	85,3	1.445,1	97,1	1.627,5
2005	150,6	1.829,2	136,3	2.116,2
2006	75,6	1.720,2	0,0	1.795,8
2007	259,0	1.401,1	0,0	1.660,1
2008	188,0	846,4	18,0	1.052,4
2009	97,3	1.754,3	0,0	1.851,5
2010	145,5	3.023,8	43,0	3.212,3
2011	122,3	2.559,9	63,3	2.745,5
2012	68,4	2.664,8	25,1	2.758,4
2013	75,5	1.208,3	0,0	1.283,8
2014	37,9	1.755,3	2,0	1.795,2
2015	104,7	1.444,1	0,0	1.548,7
2016	68,8	1.613,1	1,0	1.682,9
2017	15,5	1.395,3	13,9	1.424,7
2018	33,0	645,3	172,6	850,9
2019	8,8	1.140,5	0,0	1.149,3
2020	30,7	1.231,6	16,3	1.278,6
2021	57,8	358,3	158,5	574,6
2022	27,9	516,6	0,6	545,0
2023	29,6	408,1	2,3	440,1
Total	**5.737,3**	**34.640,6**	**2.179,9**	**42.557,8**

Se detectó cambio de uso del suelo en la región de 177 ha, donde el 77% de esta superficie cambió al uso agrícola.

Región Metropolitana

Esta región acumuló 4.180 hectáreas de plantaciones forestales, 888 ha menos que el año 2022. La actividad forestal de la región Metropolitana se concentra en la provincia de Melipilla, con el 83% de la superficie total.

Cuadro 10
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN METROPOLITANA

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	Otras	Total
	(ha)			
Recoleta	0,0	194,6	0,0	194,6
Pudahuel	0,0	0,0	90,7	90,7
Prov. Santiago	**0,0**	**194,6**	**90,7**	**285,4**
Colina	0,0	6,7	0,0	6,7
Lampa	0,0	8,7	0,0	8,7
Til Til	0,0	133,2	92,6	225,9
Prov. Chacabuco	**0,0**	**148,6**	**92,6**	**241,3**
Puente Alto	0,0	0,0	0,0	0,0
San José de Maipo	10,7	12,9	0,0	23,6
Pirque	0,0	2,2	0,0	2,2
Prov. Cordillera	**10,7**	**15,1**	**0,0**	**25,8**
Buin	0,0	2,7	3,1	5,8
Paine	0,0	24,9	3,6	28,5
Prov. Maipo	**0,0**	**27,6**	**6,7**	**34,3**
Melipilla	0,0	274,5	14,4	289,0
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	134,6
San Pedro	8,4	2.828,9	67,0	2.904,3
Prov. Melipilla	**8,4**	**3.250,4**	**192,7**	**3.451,6**
Talagante	0,0	42,7	0,0	42,7
Isla de Maipo	0,0	65,9	16	82,4
El Monte	0,0	16,4	0,0	16,4
Prov. Talagante	**0,0**	**125,0**	**16,5**	**141,5**
Total	**19,1**	**3.761,4**	**399,3**	**4.179,8**

En la región Metropolitana, *Eucalyptus globulus* es la principal especie plantada, representa el 90% de la superficie regional de plantaciones forestales.

Cuadro 11
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN METROPOLITANA

Año	*Pinus radiata*	*E. globulus*	Otras	Total
	(ha)			
< 2003	14,6	330,6	29,4	374,6
2003	0,0	49,5	0,0	49,5
2004	0,0	26,4	14,1	40,5
2005	0,0	31,9	25,3	57,2
2006	0,0	34,1	3,1	37,3
2007	0,0	170,0	69,6	239,5
2008	2,4	184,8	98,7	286,0
2009	2,0	145,0	55,5	202,6
2010	0,0	444,2	43,1	487,2
2011	0,0	303,1	8,1	311,2
2012	0,0	285,4	10,7	296,1
2013	0,0	281,9	0,0	281,9
2014	0,0	159,0	3,9	162,8
2015	0,0	393,2	13,5	406,6
2016	0,0	380,7	0,0	380,7
2017	0,0	127,8	0,0	127,8
2018	0,0	88,8	8,4	97,2
2019	0,0	85,8	4,9	90,7
2020	0,0	66,4	9,1	75,4
2021	0,0	59,8	0,0	59,8
2022	0,0	52,6	2,0	54,6
2023	0,0	60,5	0,0	60,5
Total	**19,1**	**3.761,4**	**399,3**	**4.179,8**

En esta región se registraron 76 hectáreas de que cambiaron de uso del suelo, 42 ha pasaron a uso urbano y 34 a uso agrícola.

Región de O'Higgins

La región de O'Higgins presentó un total regional de 103.913 ha de plantaciones forestales, 82 ha más que el año anterior.

En la región predomina *Pinus radiata*, con 58% de la superficie plantada en pie, *Eucalyptus globulus* representa el 40%, y la actividad forestal regional se concentra en la provincia Cardenal Caro (79%).

Cuadro 12
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE O´HIGGINS

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Machalí	0,0	41,1	0,0	0,0	41,1
Graneros	39,6	58,3	0,0	0,0	97,9
Mostazal	0,0	258,8	0,0	3,7	262,6
Doñihue	0,0	17,4	0,0	21,2	38,5
Coltauco	0,0	28,1	0,0	380,2	408,3
Codegua	0,0	143,5	0,0	0,0	143,5
Peumo	0,0	17,9	0,0	1,2	19,1
Las Cabras	54,2	291,8	0,0	0,0	345,9
San Vicente	0,0	84,9	0,0	8,7	93,5
Pichidegua	0,0	29,1	0,0	0,0	29,1
Rengo	1,4	158,4	0,0	5,7	165,5
Requinoa	0,0	313,9	0,0	20,8	334,7
Olivar	0,0	0	0,0	1,8	1,8
Malloa	0,0	40,2	0,0	4,0	44,2
Coinco	0,0	10,7	0,0	245,0	255,6
Quinta Tilcoco	0,0	12,1	0,0	6,7	18,8
Prov. Cachapoal	**95,1**	**1.506,3**	**0,0**	**699,0**	**2.300,4**
San Fernando	621,6	134,3	13,1	1,5	770,5
Chimbarongo	13,9	169,4	0,0	0,0	183,2
Nancagua	0,0	4,6	0,0	0,0	4,6
Placilla	0,0	29,1	0,0	1,6	30,7

Continúa en la siguente página.

Viene de la página anterior.

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Santa Cruz	1.015,4	339,1	0,0	0,0	1.354,5
Lolol	4.151,6	2.805,0	0,0	17,4	6.974,0
Palmilla	0,0	28,3	0,0	0,0	28,3
Peralillo	331,7	541,5	0,0	0,0	873,2
Chépica	1.991,8	504,0	0,0	16,9	2.512,7
Pumanque	3.339,4	2.937,1	0,0	2,2	6.278,7
Prov. Colchagua	**11.465,4**	**7.492,4**	**13,1**	**39,6**	**19.010,5**
Pichilemu	20.368,2	10.859,8	6,7	141,4	31.376,1
Navidad	721,0	2.969,4	0,0	0,0	3.690,5
Litueche	4.364,0	5.334,5	0,0	40,6	9.739,1
La Estrella	743,3	1.054,4	0,0	8,4	1.806,1
Marchigüe	7.545,2	5.082,5	0,0	0,0	12.627,7
Paredones	15.774,7	7.564,3	0,0	23,6	23.362,6
Prov. Cardenal Caro	**49.516,4**	**32.865,0**	**6,7**	**214,0**	**82.602,1**
Total	**61.076,9**	**41.863,7**	**19,8**	**952,6**	**103.913,0**

Cuadro 13
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE O´HIGGINS

Año	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
< 2003	10.911,4	3.187,5	13,1	153,8	14.265,8
2003	1.270,8	661,9	0,0	9,5	1.942,3
2004	963,7	902,6	0,0	25,6	1.891,9
2005	1.098,3	1.332,4	0,0	20,1	2.450,7
2006	1.028,3	931,2	0,0	12,2	1.971,6
2007	1.478,3	2.366,0	0,0	36,9	3.881,3
2008	1.981,0	3.189,9	0,0	83,0	5.253,9
2009	1.754,8	3.698,4	0,0	75,5	5.528,7
2010	3.308,3	2.683,5	0,0	159,9	6.151,7
2011	1.178,0	2.070,7	0,0	59,0	3.307,7
2012	2.083,2	3.674,7	6,7	38,6	5.803,2
2013	2.154,9	1.938,5	0,0	33,6	4.126,9
2014	1.647,8	1.805,8	0,0	17,6	3.471,2
2015	873,8	1.414,7	0,0	9,8	2.298,3
2016	876,2	1.024,9	0,0	6,2	1.907,3
2017	2.968,8	2.441,1	0,0	3,3	5.413,2
2018	5.712,1	4.898,9	0,0	106,8	10.717,8
2019	8.825,6	1.616,4	0,0	42,7	10.484,6
2020	5.392,0	1.045,9	0,0	23,7	6.461,5
2021	3.258,0	504,2	0,0	15,4	3.777,6
2022	1.641,8	454,7	0,0	19,3	2.115,8
2023	669,9	20,1	0,0	0,0	690,0
Total	**61.076,9**	**41.863,7**	**19,8**	**952,6**	**103.913,0**

Se detectaron 1.323 ha que correspondían al uso plantaciones forestales, pertenecientes a Terceros, que cambiaron a usos y agrícolas.

Región del Maule

La región del Maule presentó 418.641 ha de plantaciones en pie a diciembre del 2023, esto implica 8.062 ha más 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* aumentaron en 10.060 hectáreas respecto del año 2022. En tanto, la superficie de *Eucalyptus globulus* disminuyó en 1.862 ha.

Cuadro 14
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DEL MAULE

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Curicó	1.608,4	184,0	1,9	0,0	1.794,2
Teno	127,3	101,5	0,0	0,0	228,8
Romeral	1.727,2	112,1	0,0	0,0	1.839,3
Rauco	360,0	22,2	0,0	0,0	382,2
Licantén	8.825,8	1.280,0	0,2	0,4	10.106,4
Vichuquén	15.345,5	4.572,4	0,0	89,3	20.007,2
Hualañé	15.708,6	1.119,7	0,0	0,0	16.828,2
Molina	4.487,4	425,3	260,9	0,7	5.174,3
Sagrada Familia	3.390,9	77,9	0,0	0,0	3.468,8
Prov. Curicó	**51.581,1**	**7.895,1**	**263,0**	**90,4**	**59.829,5**
Talca	79,9	87,0	0,0	0,0	166,9
San Clemente	11.730,1	942,1	1.033,4	6,7	13.712,4
Pelarco	3.655,1	727,9	5,5	0,0	4.388,4
Río Claro	2.246,8	530,1	75,4	3,7	2.855,9
Pencahue	23.168,8	896,1	5,6	53,3	24.123,8
Maule	450,1	85,1	0,0	6,7	541,9
Curepto	33.767,8	1.784,6	8,4	20,6	35.581,4
Constitución	55.139,8	6.762,5	1,4	438,3	62.342,0
Empedrado	28.346,9	743,1	0,0	569,0	29.659,1
San Rafael	376,0	298,6	239,2	7,8	921,5

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Prov. Talca	**158.961,3**	**12.857,0**	**1.369,0**	**1.106,0**	**174.293,3**
Linares	5.999,6	937,6	0,0	6,2	6.943,4
Yerbas Buenas	143,7	313,6	217,5	0,7	675,4
Colbún	3.538,6	876,9	77,2	44,5	4.537,2
Longaví	15.148,3	306,3	139,1	70,1	15.663,7
Parral	16.845,3	756,5	111,4	333,4	18.046,6
Retiro	3.088,3	2.473,8	29,7	1.706,5	7.298,4
Villa Alegre	6,9	82,3	0,0	1,4	90,6
San Javier	29.639,4	1.739,1	0,0	139,7	31.518,2
Prov. Linares	**74.410,0**	**7.486,1**	**574,9**	**2.302,5**	**84.773,5**
Cauquenes	51.248,7	13.457,3	42,9	152,3	64.901,3
Pelluhue	9.865,2	3.835,7	1,4	68,4	13.770,7
Chanco	17.621,5	3.413,4	4,4	33,6	21.072,9
Prov. Cauquenes	**78.735,3**	**20.706,5**	**48,7**	**254,3**	**99.744,9**
Total	**363.687,7**	**48.944,8**	**2.255,5**	**3.753,3**	**418.641,2**

Cuadro 15
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DEL MAULE

Año	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
< 2003	35.552,3	1.819,6	99,7	731,1	38.202,7
2003	6.158,4	854,8	0,0	38,1	7.051,3
2004	7.805,1	1.117,4	35,5	247,2	9.205,1
2005	10.967,9	2.258,2	2,0	47,2	13.275,4
2006	12.638,6	1.774,1	101,1	16,6	14.530,4
2007	13.172,5	3.225,9	97,3	22,4	16.518,1
2008	11.756,4	2.207,9	29,7	79,9	14.073,8
2009	12.586,4	2.287,7	35,5	44,4	14.953,9
2010	10.531,7	1.903,1	246,4	62,1	12.743,2
2011	9.504,9	2.181,8	354,2	138,9	12.179,8
2012	10.449,4	3.398,6	337,8	45,1	14.230,8
2013	9.859,3	1.732,8	247,9	43,7	11.883,7
2014	12.599,0	3.036,1	317,8	281,8	16.234,8
2015	11.486,2	2.169,6	0,0	159,2	13.815,0
2016	13.617,4	1.864,7	0,0	348,8	15.830,8
2017	26.838,3	4.427,9	85,6	321,8	31.673,5
2018	45.395,8	3.876,7	2,8	256,2	49.531,5
2019	34.758,2	2.858,2	217,5	200,7	38.034,6
2020	20.719,8	1.385,1	43,7	157,3	22.306,0
2021	16.318,9	1.886,4	0,2	284,5	18.490,0
2022	15.045,1	1.657,2	0,5	183,5	16.886,3
2023	15.926,2	1.021,1	0,3	42,8	16.990,3
Total	**363.687,7**	**48.944,8**	**2.255,5**	**3.753,3**	**418.641,2**

Se registraron 1.440 ha de plantaciones pertenecientes a Terceros, que cambiaron a otros usos del suelo (agrícola y urbano principalmente) en esta región.

Región de Ñuble

La región de Ñuble totalizó 271.882 ha de plantaciones forestales en pie durante el año 2023, esto es 5.674 ha menos que al año anterior.

La provincia del Itata concentra la mayor superficie plantaciones forestales a nivel regional (40%). Las plantaciones de *Eucalyptus nitens*. se concentran en las provincias de Punilla y Diguillín.

Respecto del año anterior, la superficie en pie de *Pinus radiat*a decreció en 5.330 ha; la de *Eucalyptus globulus* bajó en 2.667 ha; mientras que la de *Eucalyptus nitens* aumentó en 1.556 ha.

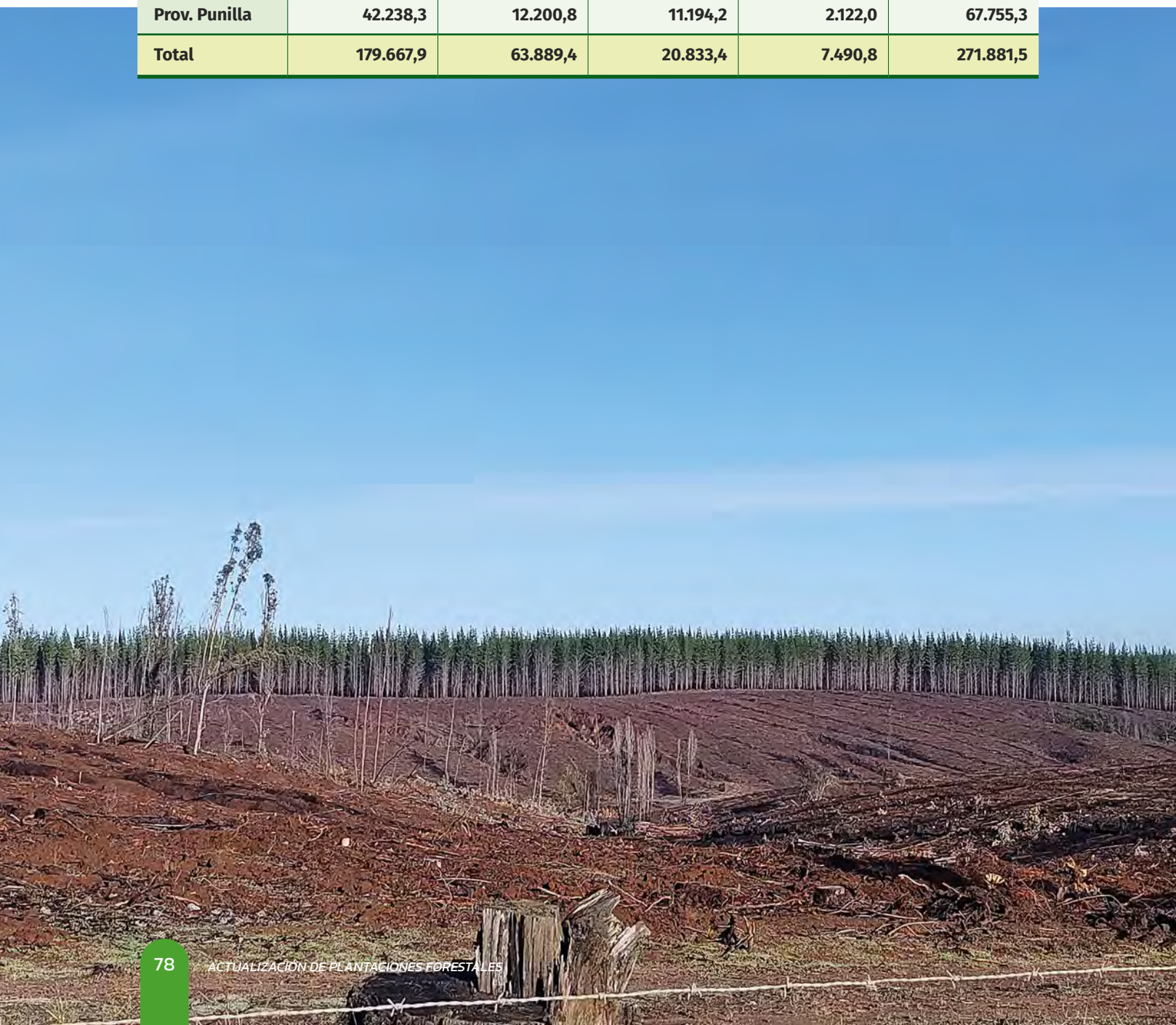
Cuadro 16
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNA Y ESPECIE. REGIÓN DE ÑUBLE

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Chillán	3.862,7	1.873,5	4,8	125,7	5.866,8
Pinto	2.797,8	736,7	992,6	320,3	4.847,4
Bulnes	1.706,7	2.639,0	144,4	16,3	4.506,3
San Ignacio	2.126,5	760,5	349,8	43,9	3.280,8
Quillón	3.145,1	4.801,9	19,1	101,4	8.067,5
Yungay	21.188,7	334,0	3.826,3	961,9	26.311,0
Pemuco	22.076,2	1.227,5	1.546,4	751,7	25.601,8
El Carmen	5.223,1	1.000,1	1.874,2	194,3	8.291,6
Chillán Viejo	4.253,3	3.584,5	6,2	18,7	7.862,5
Prov. Diguillín	**66.380,1**	**16.957,7**	**8.763,8**	**2.534,2**	**94.635,8**
Quirihue	21.947,0	6.790,1	132,6	156,7	29.026,4
Ninhue	10.492,7	4.450,9	26,0	2,9	14.972,5
Portezuelo	7.064,0	1.952,1	1,4	59,7	9.077,2
Cobquecura	12.805,4	10.362,5	378,8	880,6	24.427,3
Trehuaco	7.820,5	3.177,2	67,4	343,9	11.409,0
Ranquil	4.168,2	1.905,2	119,4	26,7	6.219,4
Coelemu	6.751,8	6.092,9	149,9	1.364,1	14.358,6

Continúa en la siguente página.

Viene de la página anterior.

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Prov. Itata	**71.049,5**	**34.730,9**	**875,4**	**2.834,6**	**109.490,4**
Coihueco	19.638,2	1.900,2	7.715,7	1.143,6	30.397,7
San Carlos	5.921,5	2.922,7	255,6	60,7	9.160,5
Ñiquén	3.987,2	1.345,0	538,0	404,0	6.274,2
San Fabián	5.116,7	297,1	2.582,6	492,9	8.489,3
San Nicolás	7.574,8	5.735,7	102,2	20,8	13.433,6
Prov. Punilla	**42.238,3**	**12.200,8**	**11.194,2**	**2.122,0**	**67.755,3**
Total	**179.667,9**	**63.889,4**	**20.833,4**	**7.490,8**	**271.881,5**



Cuadro 17
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE ÑUBLE

Año	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
< 2003	12.245,8	1.073,2	112,4	364,5	13.795,9
2003	4.173,5	701,7	69,5	40,1	4.984,8
2004	4.710,8	1.302,2	124,5	29,8	6.167,3
2005	5.963,1	2.564,0	103,7	4,8	8.635,6
2006	7.019,1	2.393,0	294,3	36,4	9.742,9
2007	8.018,3	2.682,2	176,5	12,6	10.889,5
2008	9.566,9	1.314,6	294,1	31,2	11.206,8
2009	8.120,1	2.501,6	363,2	72,0	11.056,8
2010	10.038,6	2.170,8	721,6	182,2	13.113,1
2011	6.694,9	3.202,5	1.091,5	24,0	11.013,0
2012	8.867,1	3.790,1	1.781,1	57,8	14.496,2
2013	8.347,4	4.001,9	1.796,9	80,5	14.226,7
2014	6.398,7	2.959,3	1.525,9	36,3	10.920,2
2015	7.003,6	4.739,0	1.570,5	574,6	13.887,6
2016	6.630,1	4.947,8	789,7	1.016,3	13.383,9
2017	7.437,1	3.421,9	508,3	1.214,3	12.581,6
2018	11.405,1	3.462,6	850,6	1.593,1	17.311,4
2019	10.565,2	4.698,3	2.319,0	629,3	18.211,9
2020	7.247,4	3.795,8	1.123,4	454,4	12.621,0
2021	5.849,1	2.511,7	1.573,3	420,7	10.354,8
2022	9.911,5	4.092,4	1.298,1	410,0	15.712,0
2023	13.454,6	1.562,7	2.345,4	205,7	17.568,5
Total	**179.667,9**	**63.889,4**	**20.833,4**	**7.490,8**	**271.881,5**

En cuanto a cambio de uso del suelo, solo 449 ha dejaron de tener plantaciones forestales, para cambiar a otros usos del suelo, principalmente agrícola (307 ha).

Región del Biobío

La región del Biobío fue la más afectada por los incendios forestales del verano de 2023. La superficie de plantaciones total alcanzó 587.933 ha con una disminución de 43.855 ha respecto del año 2022.

La superficie total plantada con *Pinus radiata* disminuyó en 22.516 ha, respecto del año anterior, *Eucalyptus globulus* bajó en 24.251 ha y *Eucalyptus nitens* decreció en 249 ha. En tanto la superficie con *Eucalyptus* híbrido crecieron en 3.289 ha.

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

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Concepción	1.616,9	4.379,3	26,7	580,7	6.603,6
Penco	633,7	2.568,1	21,1	311,9	3.534,8
Hualqui	11.064,4	6.176,7	698,7	400,6	18.340,4
Florida	8.784,4	8.141,8	220,8	1.262,9	18.409,9
Tomé	4.477,9	9.613,4	143,3	1.636,0	15.870,5
Talcahuano	231,3	1.072,3		0,8	1.304,4
Coronel	3.628,7	2.288,9	788,4	550,4	7.256,5
Lota	1.835,4	3.756,0	331,3	613,7	6.536,4
Santa Juana	6.945,8	3.519,7	2.834,5	2.602,0	15.902,0
Chiguayante	193,0	783,2		0,0	976,2
San Pedro de la Paz	2.378,7	1.031,3	87,8	64,1	3.561,9
Hualpén	75,8	358,4		0,0	434,2
Prov. Concepción	**41.865,9**	**43.689,2**	**5.152,6**	**8.023,2**	**98.730,9**
Arauco	9.579,9	20.445,4	2.558,8	1.730,4	34.314,5
Curanilahue	26.741,9	14.731,3	12.353,6	4.723,5	58.550,3
Lebu	6.413,8	14.792,8	1.862,6	1.188,2	24.257,4
Los Álamos	9.365,6	7.820,6	612,5	2.038,3	19.837,1
Cañete	13.245,0	9.381,1	2.247,7	696,0	25.569,8
Contulmo	8.321,9	12.715,6	508,8	83,5	21.629,8
Tirúa	9.800,1	6.931,0	262,0	32,6	17.025,6

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Prov. Arauco	**83.468,2**	**86.817,9**	**20.406,0**	**10.492,4**	**201.184,5**
Los Ángeles	28.326,0	2.390,8	1.316,8	591,3	32.624,9
Santa Bárbara	11.239,7	1.165,6	16.144,0	497,5	29.046,8
Laja	10.517,5	2.436,0	636,3	484,1	14.073,9
Quilleco	27.564,2	1.091,0	9.916,5	284,5	38.856,3
Nacimiento	8.913,6	8.803,0	10.017,0	4.362,8	32.096,4
Negrete	63,8	808,3	478,5	1.245,8	2.596,4
Mulchén	22.632,6	8.861,1	25.717,9	5.298,3	62.509,9
Quilaco	8.265,3	920,8	6.065,7	486,3	15.738,1
Yumbel	16.047,4	3.266,0	144,4	204,3	19.662,1
Cabrero	16.390,1	820,5	289,8	83,1	17.583,5
San Rosendo	3.316,5	390,6	114,1	23,1	3.844,3
Tucapel	7.649,8	139,4	8.597,3	248,9	16.635,4
Antuco	1.192,7	110,6	639,7	269,9	2.212,9
Alto Bío Bío	371,4	1,9	143,3	19,9	536,6
Prov. Biobío	**162.490,4**	**31.205,7**	**80.221,2**	**14.099,9**	**288.017,3**
Total	**287.824,5**	**161.712,8**	**105.779,8**	**32.615,5**	**587.932,7**

Cuadro 19
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DEL BIOBÍO

Año	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
< 2003	37.074,3	16.589,5	1.804,2	1.940,4	57.408,4
2003	10.712,4	2.835,8	387,4	31,5	13.967,1
2004	11.715,4	2.640,3	325,1	75,1	14.755,9
2005	13.259,6	3.827,3	277,7	47,4	17.412,0
2006	14.499,8	4.251,2	698,0	43,9	19.492,9
2007	14.420,1	5.063,5	1.592,4	89,2	21.165,2
2008	14.246,5	3.873,2	2.712,5	116,0	20.948,2
2009	12.557,1	3.779,3	3.866,7	92,9	20.296,1
2010	11.109,2	4.649,5	3.830,1	110,6	19.699,4
2011	10.559,9	6.091,6	5.170,4	185,7	22.007,6
2012	9.241,7	8.501,2	6.368,6	167,8	24.279,2
2013	9.071,0	9.123,8	6.548,8	190,0	24.933,6
2014	9.634,6	11.544,4	5.316,9	173,3	26.669,1
2015	10.657,2	11.473,4	5.306,7	590,7	28.027,9
2016	13.733,1	10.297,1	5.499,2	940,8	30.470,2
2017	10.420,5	11.812,4	6.378,1	3.117,5	31.728,5
2018	15.681,1	12.470,1	4.723,9	4.569,3	37.444,4
2019	11.894,9	10.316,8	7.018,4	2.930,5	32.160,6
2020	7.633,9	4.949,3	8.943,4	2.182,0	23.708,6
2021	9.295,1	4.373,6	8.271,8	2.543,1	24.483,6
2022	14.366,5	5.458,1	8.116,8	3.850,0	31.791,3
2023	16.040,8	7.791,4	12.622,7	8.628,1	45.083,0
Total	**287.824,5**	**161.712,8**	**105.779,8**	**32.615,5**	**587.932,7**

Se detectaron 415 ha, pertenecientes a Terceros, que cambiaron a otros usos del suelo, en la región.

Región de La Araucanía

Esta región contabiliza 455.044 hectáreas de plantaciones forestales al año 2023, lo que implica una disminución de 9.045 ha respecto del año anterior.

Plantaciones de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, presentaron disminución de superficie en 10.169, y 745 ha, respectivamente. En tanto, *Eucalyptus nitens* aumentó en 1.751 ha respecto del año 2022.

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

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Angol	16.404,5	14.624,8	9.285,4	2.884,5	43.199,2
Purén	3.009,3	8.230,4	184,1	12,5	11.436,3
Los Sauces	12.430,1	20.888,9	2.330,3	536,2	36.185,5
Renaico	933,4	2.846,4	3.491,5	619,2	7.890,5
Collipulli	21.350,9	4.604,2	15.124,4	2.070,1	43.149,6
Ercilla	4.609,5	3.425,8	4.424,2	16,0	12.475,6
Traiguén	7.802,5	10.593,5	3.646,0	689,7	22.731,7
Lumaco	27.614,4	14.821,3	669,5	196,4	43.301,6
Victoria	9.399,9	338,0	7.035,3	51,0	16.824,3
Curacautín	1.846,6	189,4	6.714,5	244,6	8.995,1
Lonquimay	2,8	15,8	0,0	2.326,2	2.344,8
Prov. Malleco	**105.404,1**	**80.578,7**	**52.905,2**	**9.646,4**	**248.534,3**
Temuco	4.910,0	2.299,2	316,0	155,5	7.680,7
Vilcún	5.084,0	614,8	2.668,1	1.175,3	9.542,2
Freire	1.496,0	444,5	699,8	428,8	3.069,0
Cunco	10.534,1	806,5	4.598,3	261,1	16.199,9
Lautaro	5.888,1	2.707,9	4.667,5	98,4	13.362,0
Perquenco	412,8	924,6	225,8	0,0	1.563,2
Galvarino	4.675,4	8.187,6	232,2	27,5	13.122,7
Nueva Imperial	5.729,4	6.896,3	441,6	29,3	13.096,6
Carahue	27.761,3	6.489,4	1.047,9	310,6	35.609,2

Continúa en la siguente página.

Viene de la página anterior.

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Saavedra	554,3	1.241,7	0,0	0,0	1.795,9
Pitrufquén	1.001,8	2.353,6	301,1	49,6	3.706,1
Gorbea	12.722,3	5.176,9	605,9	230,5	18.735,6
Toltén	13.999,4	5.266,9	1.870,7	659,2	21.796,2
Loncoche	10.715,0	3.009,7	3.646,6	1.935,0	19.306,3
Villarrica	1.124,7	190,0	524,3	5.334,3	7.173,4
Pucón	232,3	34,2	251,3	242,9	760,8
Melipeuco	2.205,4	0,0	113,4	31,1	2.349,9
Curarrehue	7,9	0,0	126,4	30,9	165,2
Teodoro Schmidt	2.794,3	1.239,9	240,5	14,0	4.288,6
Padre Las Casas	1.044,6	588,6	123,1	2,5	1.758,9
Chol Chol	5.613,2	5.546,9	210,0	57,0	11.427,1
Prov. Cautín	**118.506,2**	**54.019,1**	**22.910,4**	**11.073,7**	**206.509,5**
Total	**223.910,3**	**134.597,8**	**75.815,6**	**20.720,1**	**455.043,8**

Cuadro 21
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Año	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
< 2003	48.323,8	9.650,5	3.286,3	6.191,0	67.451,7
2003	5.494,3	2.555,3	936,0	341,8	9.327,5
2004	8.121,0	3.320,2	425,7	231,3	12.098,3
2005	10.343,0	7.536,9	867,0	668,0	19.415,0
2006	10.844,0	7.047,4	605,8	708,6	19.205,7
2007	9.836,5	3.928,5	1.089,2	539,0	15.393,4
2008	9.460,9	5.163,8	1.579,5	381,7	16.585,9
2009	7.819,1	4.455,2	4.869,3	332,3	17.475,9
2010	9.007,7	5.951,5	4.794,2	442,4	20.195,9
2011	8.107,2	4.860,5	3.780,8	194,4	16.943,0
2012	8.933,2	7.160,9	3.530,0	610,0	20.234,1
2013	8.291,9	5.734,2	4.151,8	303,9	18.481,8
2014	7.822,7	6.434,3	4.558,1	305,4	19.120,6
2015	9.707,6	9.975,0	4.295,5	414,2	24.392,3
2016	9.147,9	8.384,4	3.644,5	1.248,2	22.425,0
2017	9.182,9	6.474,0	3.320,1	1.622,6	20.599,7
2018	8.629,8	9.002,4	5.639,5	1.078,5	24.350,2
2019	8.343,8	6.995,4	5.989,6	1.231,2	22.559,9
2020	9.092,7	5.827,0	6.192,3	576,7	21.688,7
2021	5.009,2	5.785,2	4.322,2	2.073,7	17.190,4
2022	6.358,2	4.999,9	2.266,6	482,7	14.107,4
2023	6.032,7	3.355,1	5.671,5	742,3	15.801,5
Total	**223.910,3**	**134.597,8**	**75.815,6**	**20.720,1**	**455.043,8**

Se registraron 1.527 ha pertenecientes a Terceros, que cambiaron a otros usos del suelo en la región.

Región de Los Ríos

Esta región presentó 172.167 ha de plantaciones forestales en pie, a diciembre 2023, esto es 603 más que el año anterior.

La superficie total plantada con la especie *Pinus radiata* disminuyó en 2.809 ha, también bajaron levemente las plantadas con *Eucalyptus globulus*, en 18 ha. La superficie con *Eucalyptus nitens* aumentó en 644 ha; y "otras especies" creció en 2.786 ha en la región, este último impulsado por las plantaciones con *Eucalyptus* híbrido.

Las plantaciones de *Pinus radiata* representan el 46% 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

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Valdivia	11.996,6	2.491,0	4.993,3	1.602,2	21.083,1
Mariquina	16.299,4	3.686,3	7.629,8	5.081,1	32.696,6
Lanco	5.536,7	1.539,2	2.423,6	1.394,2	10.893,8
Los Lagos	11.217,7	1.821,6	9.039,6	1.362,8	23.441,7
Corral	3.000,5	2.431,2	4.759,3	460,4	10.651,5
Máfil	8.451,9	911,1	3.779,4	807,0	13.949,4
Panguipulli	1.208,0	363,8	2.674,2	1.909,9	6.155,9
Paillaco	6.323,7	1.348,0	6.148,7	1.138,8	14.959,2
Prov. Valdivia	**64.034,6**	**14.592,2**	**41.447,8**	**13.756,5**	**133.831,1**
Futrono	362,1	260,2	1.506,8	301,1	2.430,2
La Unión	14.946,6	4.600,4	9.683,1	2.804,7	32.034,8
Río Bueno	34,0	74,5	2.878,2	35,7	3.022,4
Lago Ranco	113,9	61,9	652,7	19,5	848,0
Prov. Ranco	**15.456,7**	**4.997,0**	**14.720,7**	**3.161,1**	**38.335,5**
Total	**79.491,3**	**19.589,2**	**56.168,5**	**16.917,6**	**172.166,6**

Cuadro 23
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE LOS RÍOS

Año	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
< 2003	25.888,8	7.750,4	6.251,6	3.013,2	42.904,0
2003	2.069,7	1.207,1	799,9	18,3	4.095,0
2004	2.142,0	545,8	711,8	56,8	3.456,4
2005	2.301,3	618,3	1.049,0	53,6	4.022,3
2006	3.128,6	379,2	1.459,4	192,9	5.160,1
2007	3.364,8	139,6	1.627,1	134,4	5.265,9
2008	3.691,6	242,0	1.157,2	79,6	5.170,5
2009	4.067,1	694,8	1.179,0	147,6	6.088,5
2010	3.912,4	704,1	1.316,1	630,9	6.563,6
2011	4.207,7	322,8	1.528,4	140,0	6.198,8
2012	3.302,1	314,5	2.482,4	58,9	6.157,9
2013	3.668,5	716,0	2.424,0	205,1	7.013,6
2014	3.716,4	265,5	1.790,1	204,3	5.976,3
2015	2.103,7	1.301,4	2.921,0	118,9	6.444,9
2016	2.050,7	746,6	3.038,5	225,0	6.060,8
2017	2.290,1	570,0	2.609,2	1.147,2	6.616,6
2018	1.285,0	645,0	2.874,0	1.850,0	6.654,0
2019	745,8	689,2	3.245,2	1.563,6	6.243,8
2020	896,7	515,3	3.953,6	1.434,9	6.800,6
2021	1.362,7	537,3	3.798,9	1.895,8	7.594,8
2022	2.377,2	400,0	4.261,0	752,4	7.790,6
2023	918,3	284,2	5.691,0	2.994,3	9.887,7
Total	**79.491,3**	**19.589,2**	**56.168,5**	**16.917,6**	**172.166,6**

Se detectaron 202 ha de Terceros, que cambiaron de plantaciones forestales, a otros usos del suelo.

Región de Los Lagos

La región de los Lagos presentó un total de 66.132 hectáreas de plantaciones forestales, esto implica una baja de 1.757 ha respecto del año 2022.

Al revisar el detalle de las variaciones de superficie de plantaciones forestales, *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* disminuyeron su superficie en pie en 247; 905 y 727 ha, respectivamente.

La provincia de Osorno concentra el 68% de la superficie regional, de plantaciones forestales.

Eucalyptus nitens es la especie más importante en términos de superficie (41%).

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

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Osorno	906,0	1.816,7	515,7	58,6	3.296,9
San Pablo	1.986,1	1.426,0	1.092,8	414,5	4.919,3
Puerto Octay	186,8	134,6	7.801,6	95,7	8.218,7
Puyehue	51,7	110,0	18,6	67,5	247,9
Río Negro	2.783,0	2.211,5	2.733,7	253,3	7.981,5
Purranque	928,7	5.377,1	2.895,6	433,8	9.635,2
San Juan	3.931,8	2.519,0	3.321,6	874,7	10.647,1
Prov. Osorno	**10.774,1**	**13.594,9**	**18.379,5**	**2.198,1**	**44.946,6**
Puerto Montt	27,7	597,4	358,3	75,3	1.058,7
Cochamó	0,0	0,0	11,0	2,9	13,9
Puerto Varas	24,3	84,7	462,1	216,9	788,1
Fresia	550,6	7.808,2	1.150,4	80,1	9.589,3
Frutillar	69,0	168,4	0,0	60,3	297,7
Llanquihue	5,3	36,2	6,4	0,0	47,9
Maullín	72,3	1.019,2	858,0	18,1	1.967,6
Los Muermos	21,4	1.035,9	97,4	16,9	1.171,6
Calbuco	13,4	371,1	1.912,1	2,0	2.298,6
Prov. Llanquihue	**784,0**	**11.121,2**	**4.855,7**	**472,5**	**17.233,4**
Castro	0,0	0,0	150,5	71,4	221,9

Comuna	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
Chonchi	0,0	8,1	224,9	7,6	240,6
Queilén	0,0	4,8	44,7	0,0	49,5
Quellón	0,0	4,2	146,3	8,3	158,8
Ancud	64,6	135,5	2.363,7	11,2	2.575,0
Quemchi	0,0	6,9	233,8	0,4	241,2
Dalcahue	0,0	13,9	405,3	44,7	464,0
Prov. Chiloé	**64,6**	**173,5**	**3.569,2**	**143,7**	**3.951,0**
Hualaihué	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
Prov. Palena	**0,0**	**1,3**	**0,0**	**0,0**	**1,3**
Total	**11.622,7**	**24.890,9**	**26.804,5**	**2.814,2**	**66.132,3**

Se registraron 121 ha correspondientes a cambio de uso plantaciones forestales, a otros usos.

Cuadro 25
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE LOS LAGOS

Año	*Pinus radiata*	*E. globulus*	*E. nitens*	Otras	Total
	(ha)				
< 2003	3.098,2	1.968,1	1.534,8	755,9	7.357,0
2003	457,4	180,2	239,2	30,3	907,1
2004	506,5	156,2	497,6	58,3	1.218,6
2005	522,2	397,8	470,3	55,1	1.445,4
2006	737,9	442,2	965,6	171,2	2.317,0
2007	377,2	506,6	3.782,3	36,3	4.702,2
2008	735,6	566,3	2.620,7	187,0	4.109,6
2009	971,0	968,9	1.294,4	46,6	3.280,9
2010	458,7	812,2	1.340,6	29,6	2.641,1
2011	193,5	613,4	647,4	38,3	1.492,6
2012	237,5	1.768,8	930,7	145,4	3.082,4
2013	250,8	1.145,1	731,5	9,9	2.137,3
2014	195,4	986,3	642,6	9,8	1.834,2
2015	172,0	1.851,1	1.603,1	11,9	3.638,1
2016	627,2	1.446,2	581,4	16,1	2.670,9
2017	669,7	2.000,9	1.189,4	90,4	3.950,3
2018	408,0	1.975,5	1.328,7	438,3	4.150,4
2019	340,7	1.843,7	1.979,9	233,4	4.397,7
2020	313,0	2.138,5	952,5	251,1	3.655,1
2021	124,1	1.220,8	935,2	139,9	2.420,0
2022	109,6	1.300,3	1.339,6	57,5	2.807,0
2023	116,5	601,6	1.197,0	2,0	1.917,1
Total	**11.622,7**	**24.890,9**	**26.804,5**	**2.814,2**	**66.132,3**

Región de Aysén

En total se registraron 28.676 hectáreas con plantaciones forestales, 457 menos en comparación con el año 2022.

La mayor disminución de superficie total correspondió a plantaciones de *Pinus ponderosa*, con 304 ha, *Pseudotsuga menziesii* con 104 ha y *Pinus contorta* bajó superficie en 71 ha respecto del año anterior.

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* (11%). Desde el año 2017 en adelante, las actividades de reforestación y forestación son casi nulas en esta región (Cuadro 27).

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

Comuna	*Pinus ponderosa*	*Pinus contorta*	*Pseudotsuga menziesii*	Otras	Total
	(ha)				
Aysén	607,7	45,0	2.221,7	22,3	2.896,7
Cisnes	0,0	0,0	294,6	11,2	305,8
Prov. Aysén	**607,7**	**45,0**	**2.516,3**	**33,5**	**3.202,5**
Chile Chico	950,1	198,4	77,9	246,2	1.472,6
Río Ibañez	2.016,3	114,2	44,4	249,5	2.424,5
Prov. Gen. Carrera	**2.966,4**	**312,6**	**122,3**	**495,7**	**3.897,1**
Cochrane	1.528,0	859,8	1,9	558,9	2.948,6
O'Higgins	16,3	0,0	1,0	0,0	17,3
Prov. Capitán Prat	**1.544,3**	**859,8**	**2,9**	**558,9**	**2.965,9**
Coyhaique	12.143,7	3.680,7	529,7	1.508,6	17.862,7
Lago Verde	471,7	90,3	82,9	103,2	748,1
Prov. Coyhaique	**12.615,4**	**3.771,0**	**612,6**	**1.611,8**	**18.610,8**
Total	**17.733,8**	**4.988,5**	**3.254,1**	**2.699,9**	**28.676,3**

Cuadro 27
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN. REGIÓN DE AYSÉN

Año	*Pinus ponderosa*	*Pinus contorta*	*P. menziesii*	Otras	Total
	(ha)				
S/I *	1.503,4	1.053,1	147,6	1.443,7	4.147,9
< 2003	10.791,3	2.865,6	2.857,3	910,7	17.424,9
2003	887,6	160,5	165,4	0,0	1.213,5
2004	1.281,0	269,7	1,9	0,3	1.552,9
2005	448,7	0,2	10,2	39,0	498,0
2006	1.217,9	75,8	53,7	74,8	1.422,2
2007	609,4	306,8	0,0	2,0	918,2
2008	334,6	74,6	0,0	156,7	566,0
2009	350,8	97,5	0,0	45,9	494,3
2010	207,9	67,2	0,0	0,0	275,1
2011	9,4	12,1	0,0	0,0	21,4
2012	40,3	5,3	0,0	16,6	62,2
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	51,5	0,0	0,0	0,0	51,5
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
2022	0,0	0,0	18,0	10,1	28,1
2023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	**17.733,8**	**4.988,5**	**3.254,1**	**2.699,9**	**28.676,3**

*S/I: Sin Información de año de plantación

En esta región, se detectó 1 ha que cambió de plantación de Terceros, a uso de suelo urbano.

3

Inventario de bosque nativo

INSTITUTO FORESTAL

Introducción

En este capítulo se presentan en forma detallada las existencias totales por región comprendidas en el proceso de actualización 2024, el que involucra la publicación de valores de existencias actualizados para las regiones de Coquimbo a O'Higgins y la región de Los Lagos, así como el levantamiento de datos biofísicos de inventario para las regiones de Maule a Los Ríos.

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 2,915 millones de hectáreas, correspondientes al segundo año del cuarto 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 de CONAF 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 2024 equivalente a 2.915.039 ha. Las existencias brutas fustales estimadas, comprendidas en las regiones medidas alcanzan los 718,3 millones de m^3ssc 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 (m^3ssc)	Crecimiento anual (m^3ssc)	Superficie bajo inventario (ha)
Coquimbo	28.413	629	3.514
Valparaíso	4.413.966	67.213	95.463
Región Metropolitana	1.122.672	20.177	93.526
O'Higgins	2.533.060	39.245	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	737.935.296	18.449.614	2.758.873
Aysén	1.765.662.368	34.149.309	4.814.066
Magallanes	850.285.895	11.299.945	2.625.506
Total	**4.080.329.720**	**83.004.022**	**13.424.000**

Las existencias expandidas a la población total programada a la base país de 13,4 millones de hectáreas totalizan 4.080 millones de m^3ssc y se detallan a continuación en el Cuadro 2.

Cuadro 2
EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS

Región	Superficie Total (ha)	Volumen Medio (m^3ssc/ha)	Existencias (m^3ssc)
Coquimbo	3.514	8,09	28.413
Valparaíso	95.463	46,24	4.413.966
Región Metropolitana	93.526	12,00	1.122.672
O'Higgins	118.013	21,46	2.533.060
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	267,48	737.935.296
Aysén	4.814.066	366,77	1.765.662.368
Magallanes	2.625.506	323,86	850.285.895
Total	**13.424.000**		**4.080.329.720**

El detalle de las superficies comprometidas en el período 2024 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)
Maule	370.330
Biobío	786.208
La Araucanía	908.501
Los Ríos	850.000
Total	**2.915.039**

Cuadro 4
EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS Y OBTENIDAS EN 2024

Región	Superficie Total (ha)	Volumen Medio (m^3ssc/ha)	Existencias (m3ssc)
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
Total	**2.915.039**		**718.348.051**

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 2024

Ciclo	Región	Superficie Total (ha)	Volumen Medio (m^3ssc/ha)	Existencias (m^3ssc)
1	Coquimbo	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**
	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**

Ciclo	Región	Superficie Total (ha)	Volumen Medio (m^3ssc/ha)	Existencias (m^3ssc)
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	323,86	850.285.895
	Subtotal 2022	**3.724.040**		**1.253.196.894**
	Coquimbo	3.514	8,09	28.413
	Valparaíso	95.463	46,24	4.413.966
	Región Metropolitana	93.526	12,00	1.122.672
4	O'Higgins	118.013	21,46	2.533.060
	Los Lagos	2.758.873	267,48	737.935.296
	Subtotal 2023	**3.069.389**		**746.033.406**
	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 2024	**2.915.039**		**718.348.051**

* 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 (m^3ssc)	310.453	0,37	116.102	*
Volumen (m^3ssc)	310.453	23,66	7.345.929	*
Area Basal (m^2)	310.453	5,29	1.641.750	*
Número árboles	310.453	354,26	109.980.456	*
Vol Neto (m^3ssc)	310.453	12,10	3.757.031	*
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	310.453	12,10	3.757.031	*
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	310.453	0,00	0,0	*

Región de Coquimbo

La región de Coquimbo contabiliza una existencia total de 28,4 mil m^3 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 (m^3ssc)	3.514	8,09	28.413	*
Área Basal (m^2)	3.514	2,70	9.496	*
Número árboles	3.514	249,47	876.638	*
Vol Neto (m^3ssc)	3.514	3,40	11.930	*

Región de Valparaíso

La región de Valparaíso contabiliza una existencia total de 4,41 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^3ssc)	95.463	0,70	67.213	*
Volumen (m^3ssc)	95.463	46,24	4.413.966	*
Area Basal (m^2)	95.463	10,55	1.007.110	32,67
Número árboles	95.463	585,24	55.869.124	28,82
Vol Neto (m^3ssc)	95.463	22,41	2.138.933	*
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	95.463	22,41	2.138.933	*

Región Metropolitana

La región Metropolitana contabiliza una existencia total de 1,1 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^3ssc)	93.463	0,22	20.177	*
Volumen (m^3ssc)	93.463	12,00	1.122.672	*
Area Basal (m^2)	93.463	4,01	375.210	*
Número árboles	93.463	234,22	21.905.816	*
Vol Neto (m^3ssc)	93.463	5,22	488.289	*
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	93.463	5,22	488.289	*

Región de O'Higgins

La región de O'Higgins contabiliza una existencia total de 2,53 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^3ssc)	118.013	0,33	39.245	*
Volumen (m^3ssc)	118.013	21,46	2.533.060	*
Area Basal (m^2)	118.013	4,19	494.857	*
Número árboles	118.013	322,05	38.006.409	*
Vol Neto (m^3ssc)	118.013	11,81	1.394.261	*
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	118.013	11,81	1.394.261	*

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^3ssc)	370.330	2,78	1.030.259	*
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	370.330	50,76	18.799.769	*
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	105.896	-	-
Volumen (m^3ssc)	105.896	114,65	12.140.789
Area Basal (m^2)	105.896	16,28	1.723.515
Número árboles	105.896	822,46	87.095.777
Vol Neto (m^3ssc)	105.896	-	-
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	105.896	-	-

Cuadro 13
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE LINARES

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	160.213	0,37	59.363
Volumen (m^3ssc)	160.213	88,55	14.187.385
Area Basal (m^2)	160.213	16,48	2.640.776
Número árboles	160.213	994,64	159.353.855
Vol Neto (m^3ssc)	160.213	67,19	10.765.203
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	90.420	0,32	29.239
Volumen (m^3ssc)	90.420	40,94	3.701.615
Area Basal (m^2)	90.420	8,30	750.185
Número árboles	90.420	418,95	37.881.886
Vol Neto (m^3ssc)	90.420	26,19	2.368.189
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	41.195	1,21	49.957
Volumen (m^3ssc)	41.195	35,85	1.476.880
Area Basal (m^2)	41.195	8,98	369.857
Número árboles	41.195	609,73	25.117.745
Vol Neto (m^3ssc)	41.195	20,91	861.423
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	41.195	20,30	836.134

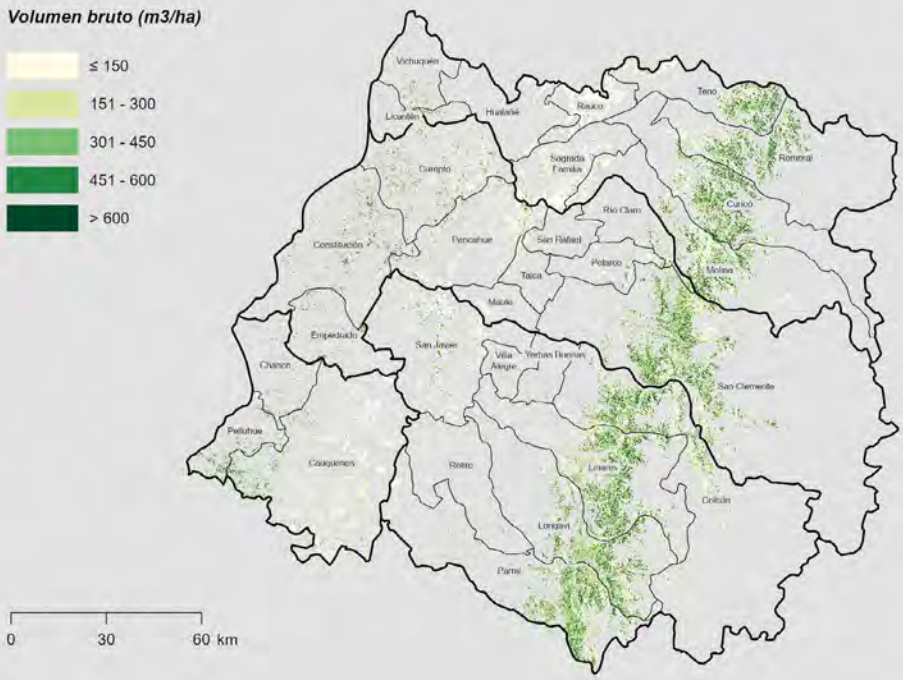
Cuadro 16
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE HUALO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	148.182	0,49	72.101
Volumen (m^3ssc)	148.182	114,45	16.959.021
Area Basal (m^2)	148.182	18,04	2.673.005
Número árboles	148.182	816,74	121.026.661
Vol Neto (m^3ssc)	148.182	86,25	12.780.415
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	159.916	-	-
Volumen (m^3ssc)	159.916	141,98	22.704.871
Area Basal (m^2)	159.916	17,61	2.816.329
Número árboles	159.916	684,72	109.496.998
Vol Neto (m^3ssc)	159.916	105,65	16.894.807
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	159.916	95,65	15.295.434

Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021



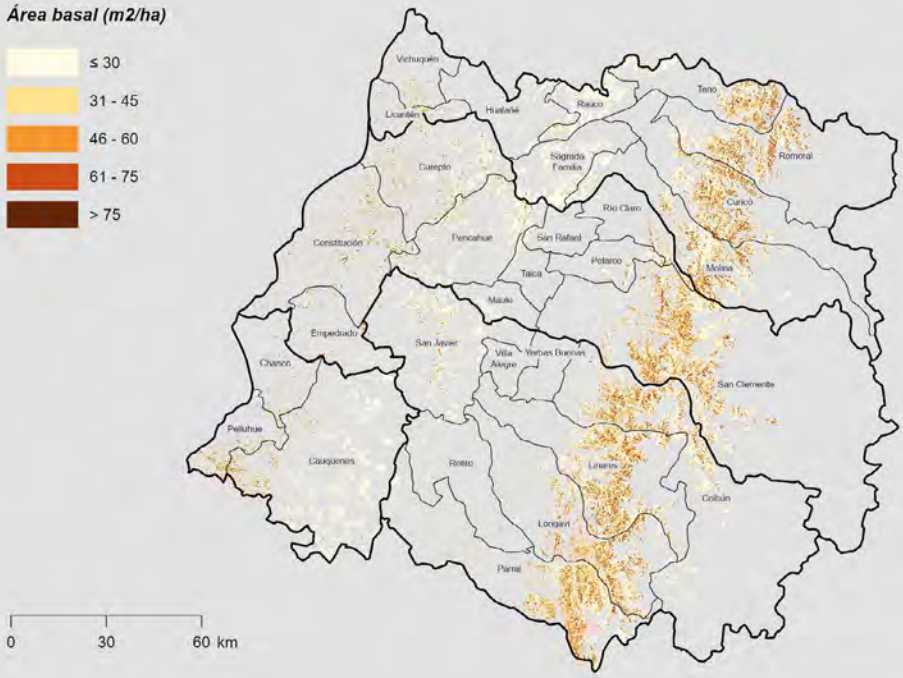


Figura 1
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DEL MAULE

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^3ssc)	786.208	7,08	5.568.582	*
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	786.208	115,08	90.476.386	29,36
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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^3ssc)	92.714	-	-
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	92.714	117,12	10.858.441
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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^3ssc)	436.587	10,53	4.596.885
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	436.587	130,08	56.791.883
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	231.021	6,25	1.442.837
Volumen (m^3ssc)	231.021	186,26	43.029.624
Area Basal (m^2)	231.021	21,60	4.988.904
Número árboles	231.021	815,50	188.397.381
Vol Neto (m^3ssc)	231.021	111,44	25.745.581
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	43.609	-	-
Volumen (m^3ssc)	43.609	271,37	11.834.417
Area Basal (m^2)	43.609	35,02	1.527.229
Número árboles	43.609	855,01	37.286.084
Vol Neto (m^3ssc)	43.609	-	-

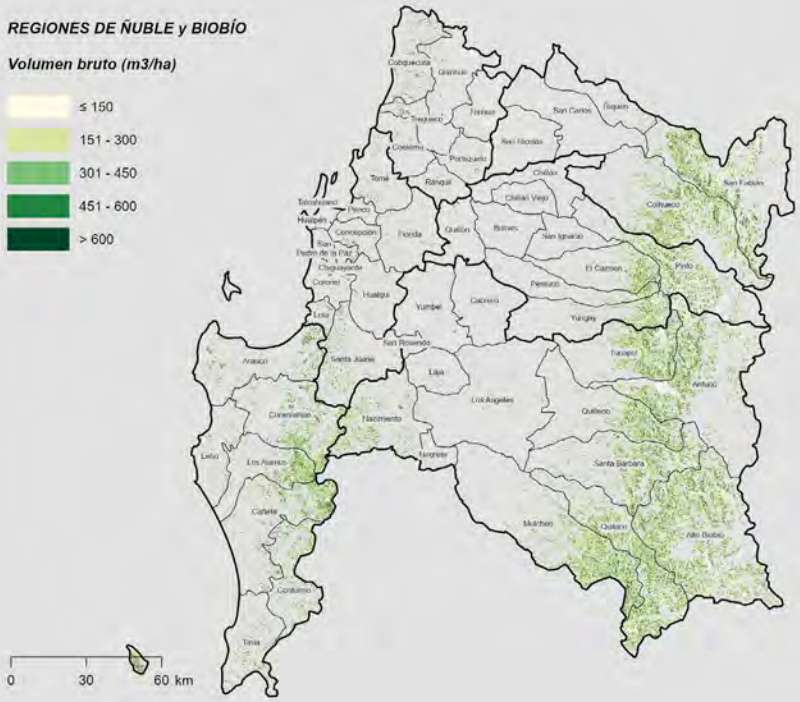
Cuadro 23
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ESCLERÓFILO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	15.269	-	-
Volumen (m^3ssc)	15.269	10,85	165.601
Area Basal (m^2)	15.269	4,06	61.974
Número árboles	15.269	366,46	5.595.280
Vol Neto (m^3ssc)	15.269	6,57	100.371
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	480.667	7,49	3.601.257
Volumen (m^3ssc)	480.667	164,72	79.174.831
Area Basal (m^2)	480.667	21,47	10.320.010
Número árboles	480.667	1060,88	509.932.022
Vol Neto (m^3ssc)	480.667	109,83	52.792.469
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	480.667	99,87	48.005.670

Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021



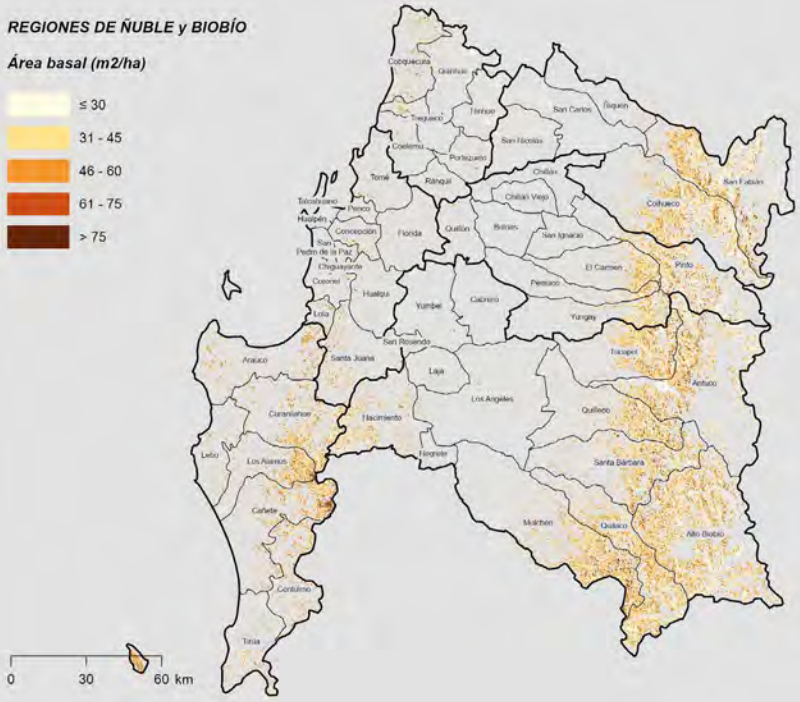


Figura 2
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIONES DE ÑUBLE Y BIOBÍO

Región de La Araucanía

La región de la 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^3ssc)	908.501	6,92	6.289.080	35,32
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	908.501	209,10	189.971.387	*
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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^3ssc)	490.142	5,83	2.856.029
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	490.142	230,49	112.972.658
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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^3ssc)	418.360	8,06	3.371.386
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	418.360	186,93	78.202.464
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	207.885	-	-
Volumen (m^3ssc)	207.885	333,39	69.307.561
Area Basal (m^2)	207.885	45,17	9.389.963
Número árboles	207.885	574,85	119.503.639
Vol Neto (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	104.639	5,62	588.359
Volumen (m^3ssc)	104.639	293,41	30.701.790
Area Basal (m^2)	104.639	37,38	3.911.348
Número árboles	104.639	651,63	68.185.324
Vol Neto (m^3ssc)	104.639	223,07	23.341.442

Cuadro 30
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

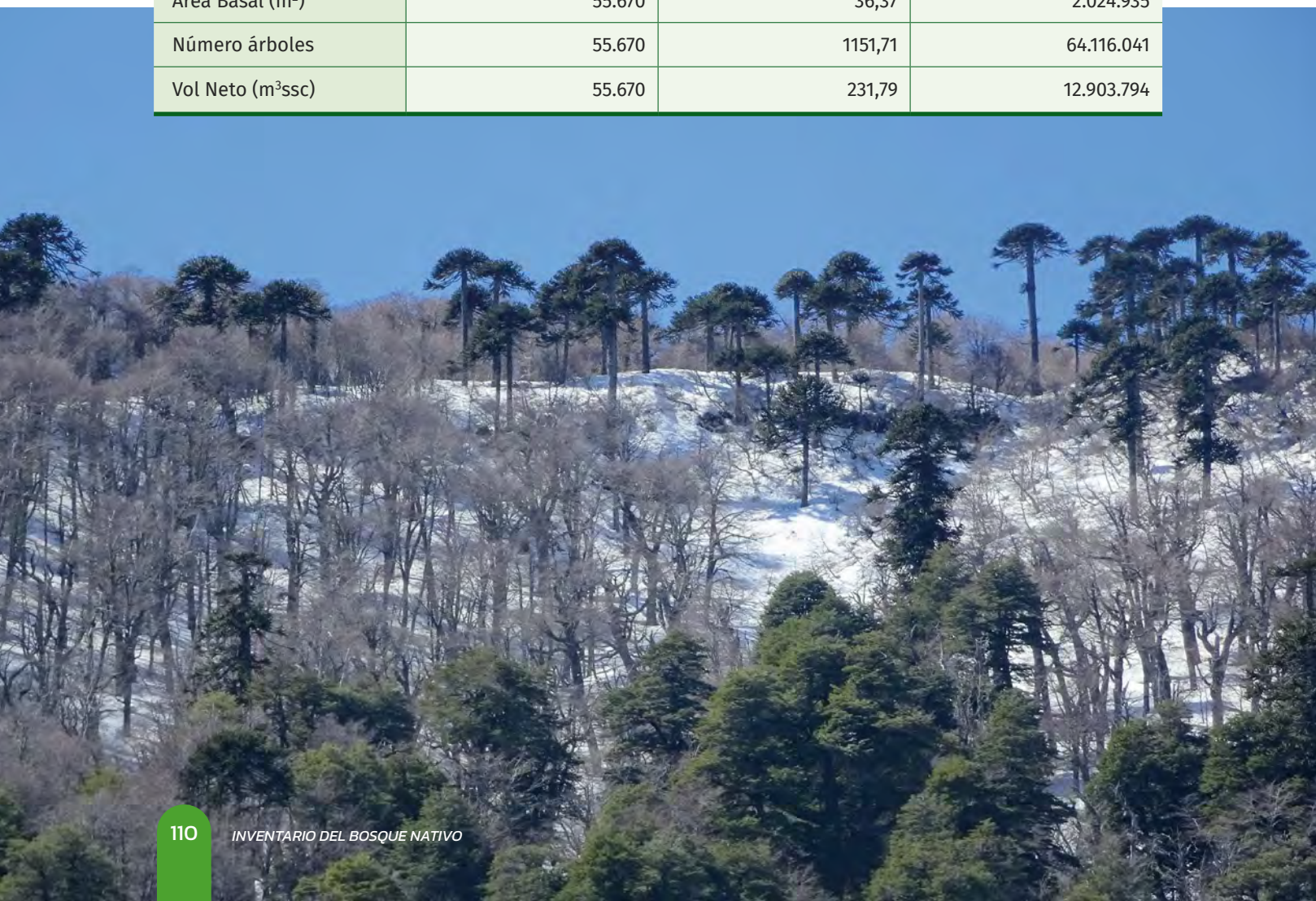
Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	102.200	3,33	340.195
Volumen (m^3ssc)	102.200	196,98	20.131.767
Area Basal (m^2)	102.200	18,03	1.842.758
Número árboles	102.200	279,28	28.542.072
Vol Neto (m^3ssc)	102.200	126,15	12.892.673

Cuadro 31
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE

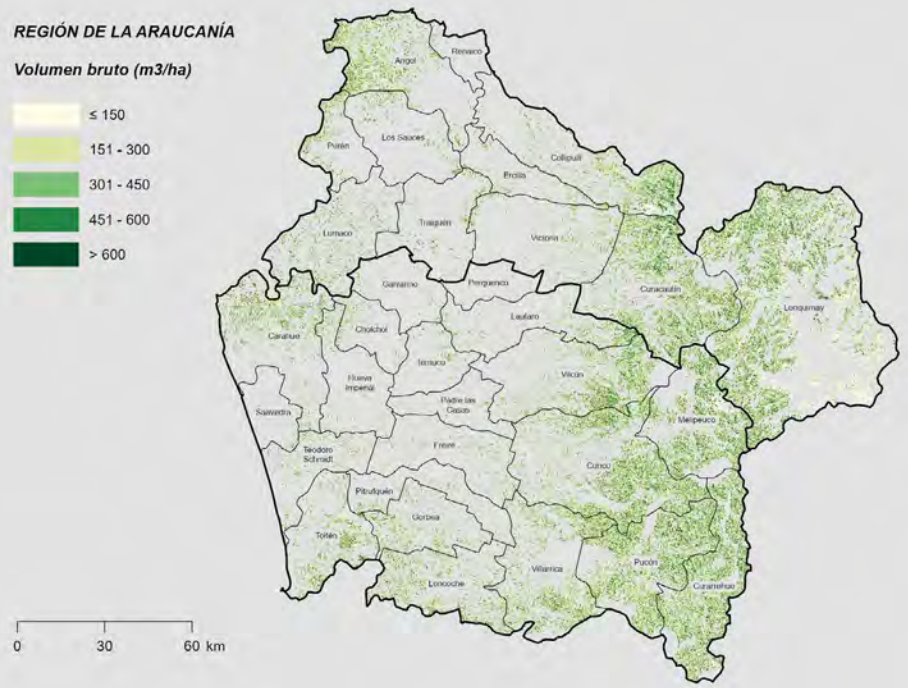
Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	432.488	8,27	3.574.934
Volumen (m^3ssc)	432.488	275,68	119.227.590
Area Basal (m^2)	432.488	30,13	13.030.192
Número árboles	432.488	1084,42	468.997.295
Vol Neto (m^3ssc)	432.488	219,97	95.134.492
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	55.670	10,48	583.435
Volumen (m^3ssc)	55.670	296,81	16.523.257
Area Basal (m^2)	55.670	36,37	2.024.935
Número árboles	55.670	1151,71	64.116.041
Vol Neto (m^3ssc)	55.670	231,79	12.903.794



Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021



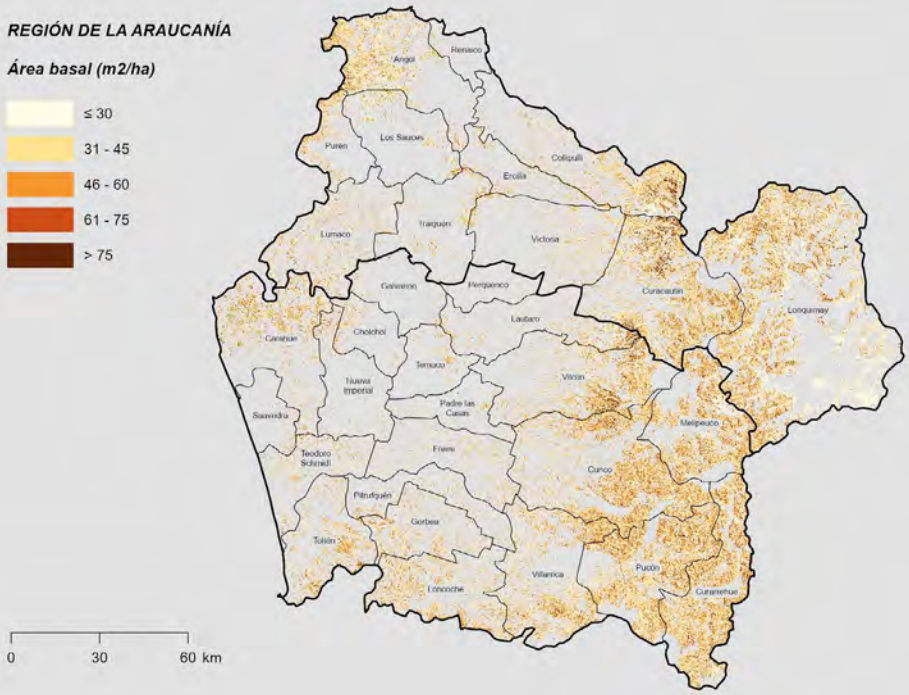


Figura 3
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

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 (m^3ssc)	849.771	6,28	5.335.276	*
Volumen (m^3ssc)	849.771	347,51	295.301.630	34,28
Area Basal (m^2)	849.771	34,23	29.087.867	33,63
Número árboles	849.771	760,53	646.277.233	*
Vol Neto (m^3ssc)	849.771	237,62	201.924.652	34,91
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	406.351	4,68	1.901.542
Volumen (m^3ssc)	406.351	498,72	202.655.684
Area Basal (m^2)	406.351	43,15	17.535.834
Número árboles	406.351	519,36	211.044.199
Vol Neto (m^3ssc)	406.351	358,20	145.556.688
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	406.351	244,33	99.284.934

Cuadro 35
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA VALDIVIA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	443.420	6,93	3.072.855
Volumen (m^3ssc)	443.420	285,90	126.774.483
Area Basal (m^2)	443.420	30,59	13.566.191
Número árboles	443.420	858,78	380.801.862
Vol Neto (m^3ssc)	443.420	188,50	83.583.037
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	246.911	4,85	1.197.368
Volumen (m^3ssc)	246.911	720,36	177.864.486
Area Basal (m^2)	246.911	62,56	15.446.782
Número árboles	246.911	576,33	142.302.661
Vol Neto (m^3ssc)	246.911	444,19	109.674.791
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	246.911	402,62	99.410.159

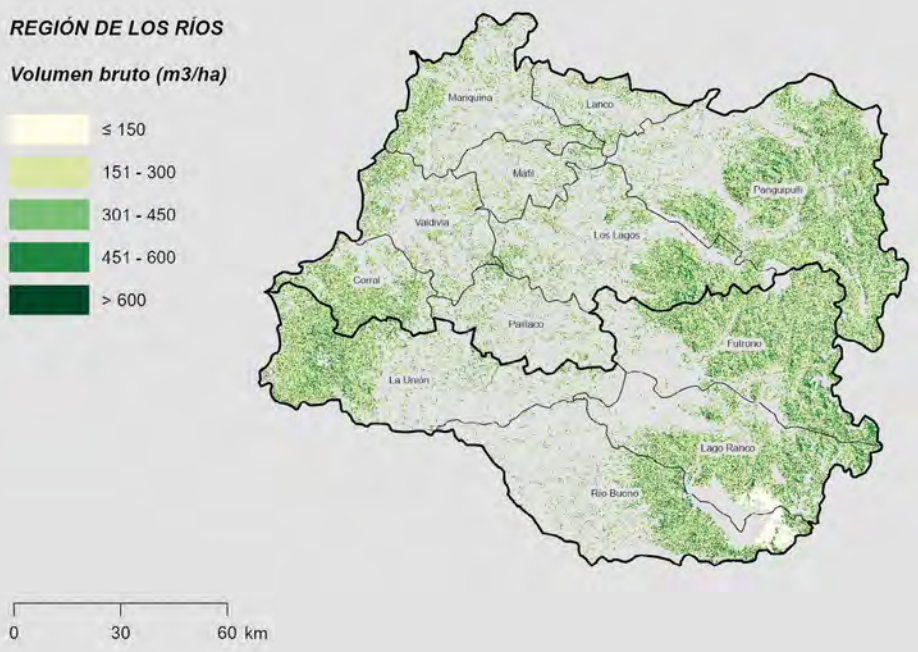
Cuadro 37
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	192.732	5,41	1.041.785
Volumen (m^3ssc)	192.732	253,82	48.918.451
Area Basal (m^2)	192.732	25,55	4.923.478
Número árboles	192.732	642,24	123.779.943
Vol Neto (m^3ssc)	192.732	183,75	35.414.686
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	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 (m^3ssc)	215.441	9,17	1.975.170
Volumen (m^3ssc)	215.441	236,61	50.975.278
Area Basal (m^2)	215.441	28,94	6.233.870
Número árboles	215.441	1144,48	246.567.283
Vol Neto (m^3ssc)	215.441	180,11	38.803.820
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	215.441	139,20	29.988.508

Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021



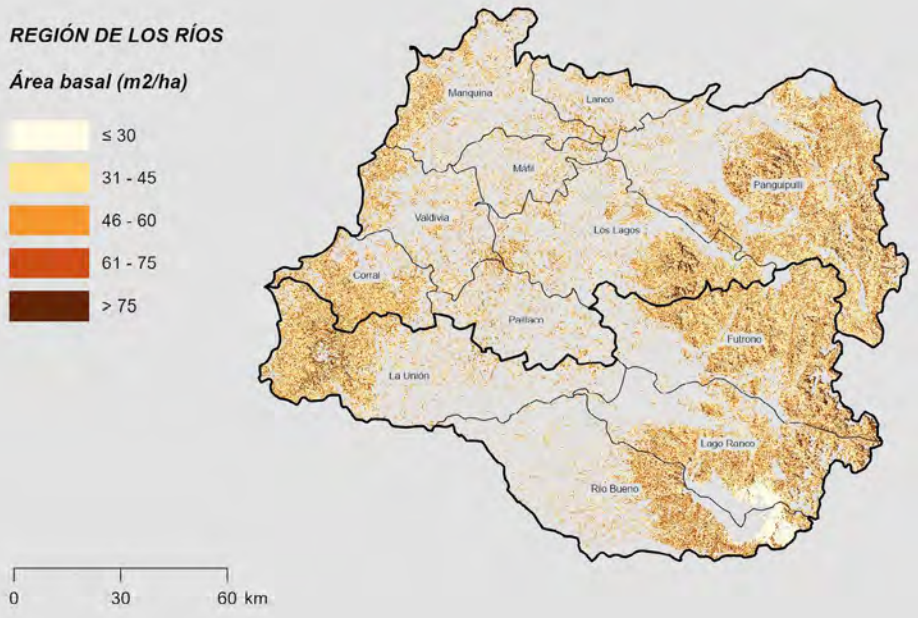


Figura 4
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE LOS RÍOS

Región de Los Lagos

La región de los Lagos contabiliza una existencia total de 737,9 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con un error de 20,4%.

Cuadro 39
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m^3ssc)	2.758.873	6,69	18.449.614	17,5
Volumen (m^3ssc)	2.758.873	267,48	737.935.296	17,0
Area Basal (m^2)	2.758.873	37,45	103.314.720	14,2
Número árboles	2.758.873	1207,05	3.330.107.904	20,1
Vol Neto (m^3ssc)	2.758.873	181,52	500.803.360	16,3
Vol Neto pulp (m^3ssc)	2.758.873	158,53	437.355.392	16,6
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	2.758.873	23,00	63.447.972	*

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^3ssc)	621.928	6,83	4.250.367
Volumen (m^3ssc)	621.928	265,73	165.265.675
Area Basal (m^2)	621.928	39,30	24.439.067
Número árboles	621.928	1311,91	815.912.337
Vol Neto (m^3ssc)	621.928	176,77	109.936.479
Vol Neto pulp (m^3ssc)	621.928	154,28	95.948.760
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	621.928	22,49	13.987.718

Cuadro 41
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE LLANQUIHUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	776.992	5,56	4.316.459
Volumen (m^3ssc)	776.992	184,48	143.341.819
Area Basal (m^2)	776.992	25,80	20.049.118
Número árboles	776.992	982,95	763.741.212
Vol Neto (m^3ssc)	776.992	138,15	107.344.729
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	776.992	120,54	93.660.025

Cuadro 42
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA OSORNO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	377.345	7,20	2.715.022
Volumen (m^3ssc)	377.345	400,77	151.229.659
Area Basal (m^2)	377.345	51,72	19.515.374
Número árboles	377.345	782,56	295.294.160
Vol Neto (m^3ssc)	377.345	299,16	112.888.059
Vol Neto Pulp (m^3ssc)	377.345	253,57	95.682.479

Cuadro 43
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA PALENA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	982.608	7,63	7.500.481
Volumen (m^3ssc)	982.608	343,85	337.874.172
Area Basal (m^2)	982.608	41,51	40.789.488
Número árboles	982.608	1324,83	1.301.785.980
Vol Neto (m^3ssc)	982.608	214,92	211.177.992
Vol Neto pulp (m^3ssc)	982.608	191,88	188.545.278
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	982.608	23,03	22.632.715

Las existencias totales por tipo forestal corresponden a:

Cuadro 44
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIHUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	238.722	5,45	1.300.681
Volumen (m^3ssc)	238.722	150,79	35.997.633
Area Basal (m^2)	238.722	26,61	6.352.141
Número árboles	238.722	1517,05	362.153.644
Vol Neto (m^3ssc)	238.722	115,36	27.537.841
Vol Neto pulp (m^3ssc)	238.722	98,20	23.442.426
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	238.722	17,16	4.095.415

Cuadro 45
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	1.251.096	6,90	8.634.852
Volumen (m^3ssc)	1.251.096	269,06	336.617.657
Area Basal (m^2)	1.251.096	38,74	48.464.894
Número árboles	1.251.096	1237,15	1.547.793.017
Vol Neto (m^3ssc)	1.251.096	186,60	233.456.484
Vol Neto pulp (m^3ssc)	1.251.096	163,18	204.157.605
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	1.251.096	23,42	29.298.879

Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021

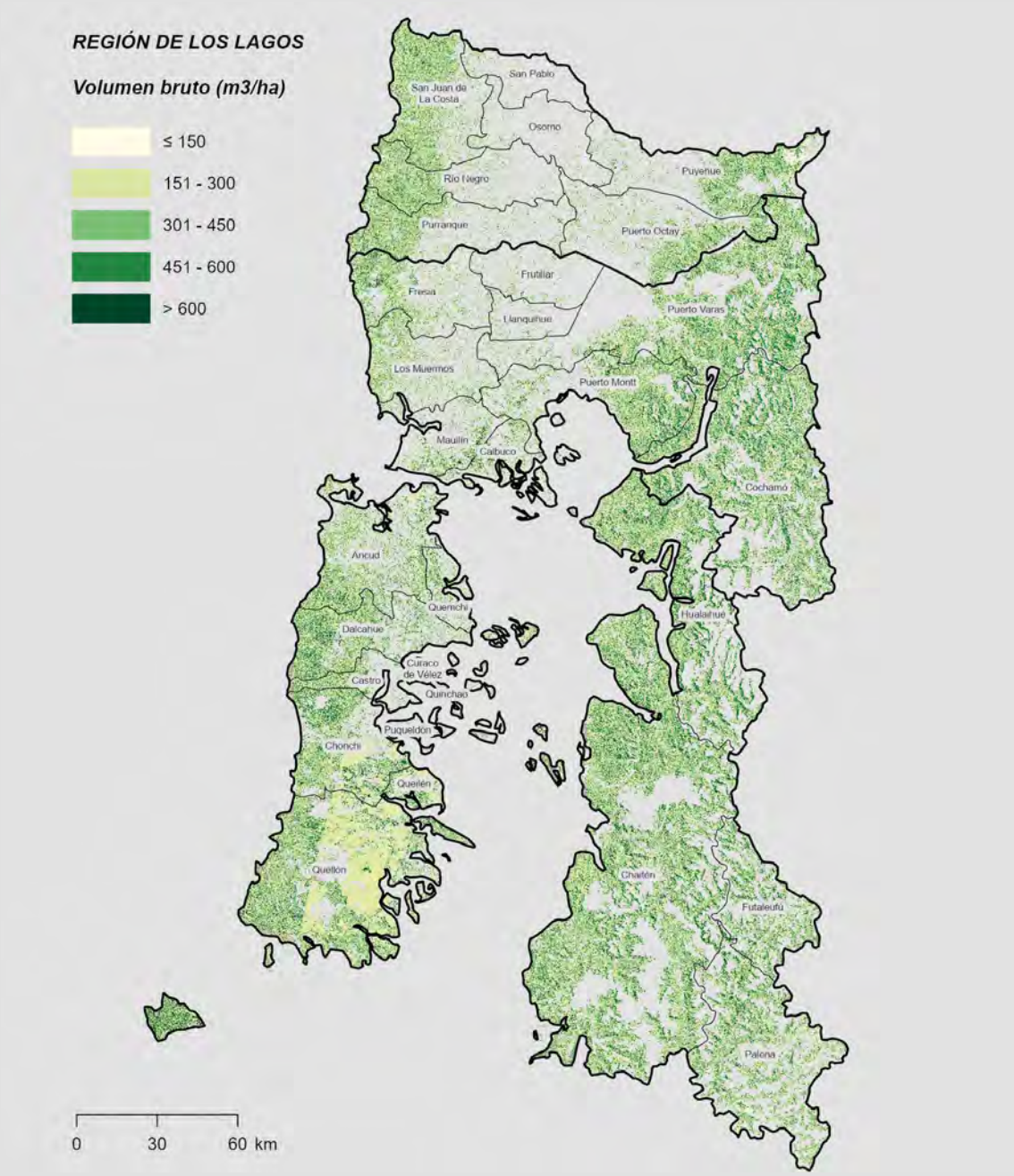


Figura 5
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE LOS LAGOS

Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021

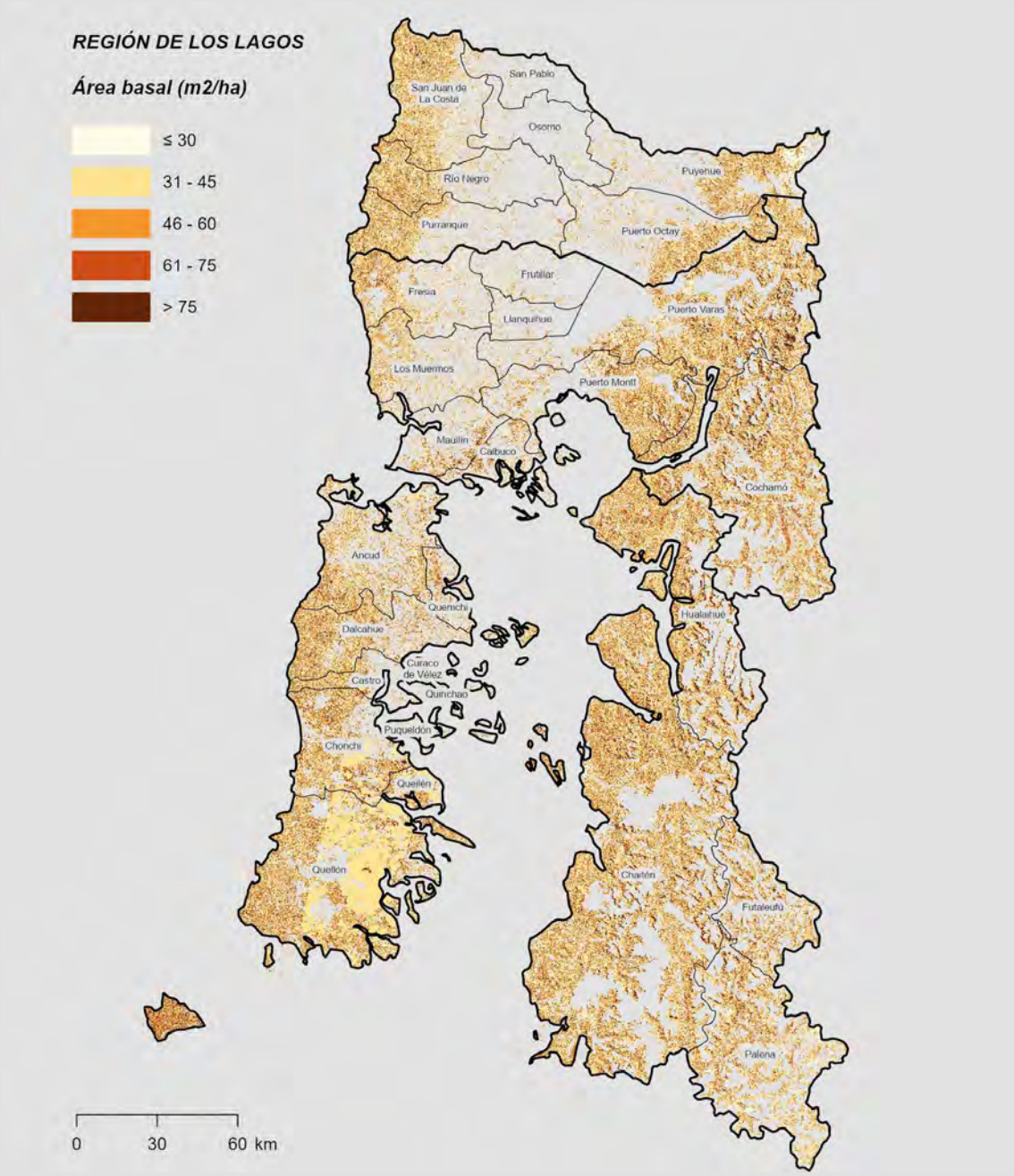


Figura 5
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE LOS LAGOS

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 46
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE AYSÉN (CONTINENTAL)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m^3ssc)	2.291.727	7,49	17.165.262	22,5
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	2.291.727	235,87	540.560.704	18,2
Vol Neto pulp (m^3ssc)	2.291.727	209,56	480.248.416	17,9
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	2.291.727	26,32	60.312.312	*

Cuadro 47
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE AYSÉN (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m^3ssc)	1.611.890	6,53	10.524.829	17,7
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	1.611.890	216,55	349.053.218	20,9
Vol Neto pulp (m^3ssc)	1.611.890	195,73	315.501.468	21,2
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	1.611.890	20,82	33.551.760	*

Las existencias totales por provincia son:

Cuadro 48
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE AYSÉN

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	997.771	6,26	6.242.388
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	997.771	308,61	307.921.281
Vol Neto pulp (m^3ssc)	997.771	244,83	244.282.989
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	997.771	-	-

Cuadro 49
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE AYSÉN (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	1.611.890	6,53	10.524.829
Volumen (m^3ssc)	1.611.890	358,04	577.127.986
Area Basal (m^2)	1.611.890	41,51	66.910.475
Número árboles	1.611.890	849,89	1.369.932.679
Vol Neto (m^3ssc)	1.611.890	216,55	349.053.223
Vol Neto pulp (m^3ssc)	1.611.890	195,73	315.501.464
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	1.611.890	-	-

Cuadro 50
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CAPITÁN PRAT

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	429.015	-	-
Volumen (m^3ssc)	429.015	275,54	118.209.251
Area Basal (m^2)	429.015	29,82	12.794.147
Número árboles	429.015	-	-
Vol Neto (m^3ssc)	429.015	164,16	70.426.694
Vol Neto pulp (m^3ssc)	429.015	-	-
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	429.015	-	-

Cuadro 51
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE COYHAIQUE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	562.834	-	-
Volumen (m^3ssc)	562.834	400,39	225.351.374
Area Basal (m^2)	562.834	44,13	24.838.672
Número árboles	562.834	-	-
Vol Neto (m^3ssc)	562.834	241,46	135.901.134
Vol Neto pulp (m^3ssc)	562.834	224,62	126.425.666
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	562.834	-	-

Las existencias totales por tipo forestal corresponden a:

Cuadro 52
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	1.355.324	-	-
Volumen (m^3ssc)	1.355.324	337,74	457.751.631
Area Basal (m^2)	1.355.324	38,31	51.919.865
Número árboles	1.355.324	-	-
Vol Neto (m^3ssc)	1.355.324	196,30	266.045.681
Vol Neto pulp (m^3ssc)	1.355.324	185,41	251.294.162
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	1.355.324	-	-

Cuadro 53
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	613.948	-	-
Volumen (m^3ssc)	613.948	404,84	248,548,939
Area Basal (m^2)	613.948	43,75	26,858,946
Número árboles	613.948	-	-
Vol Neto (m^3ssc)	613.948	275,18	168,947,787
Vol Neto pulp (m^3ssc)	613.948	228,81	140,479,141
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	613.948	-	-

Cuadro 54
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	1.172.191	6,58	7.716.313
Volumen (m^3ssc)	1.172.191	355,73	416.983.534
Area Basal (m^2)	1.172.191	41,29	48.404.810
Número árboles	1.172.191	860,82	1.009.046.583
Vol Neto (m^3ssc)	1.172.191	214,33	251.241.086
Vol Neto pulp (m^3ssc)	1.172.191	195,22	228.836.063
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	1.172.191	-	-

Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021

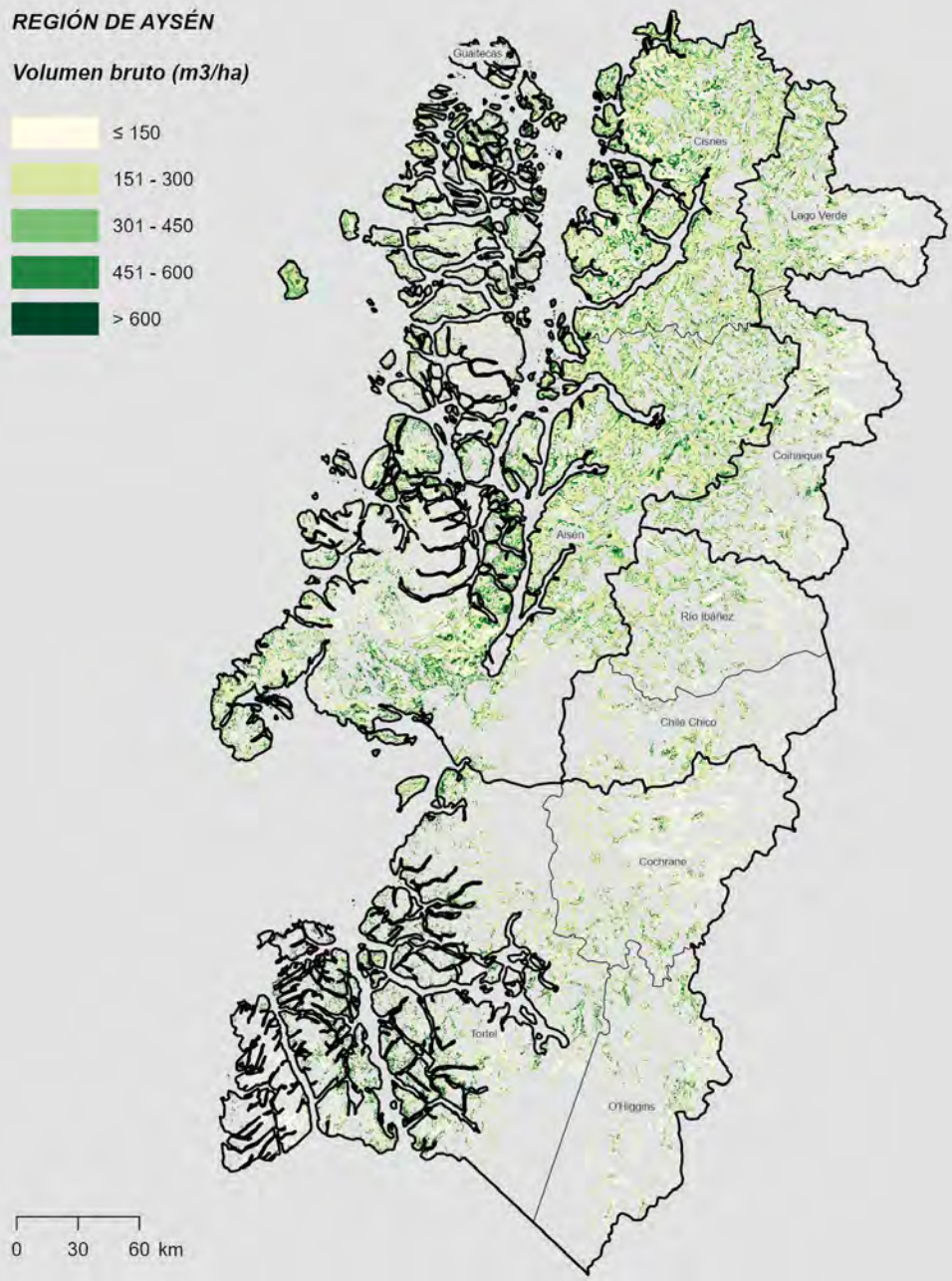


Figura 6
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE AYSÉN

Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021

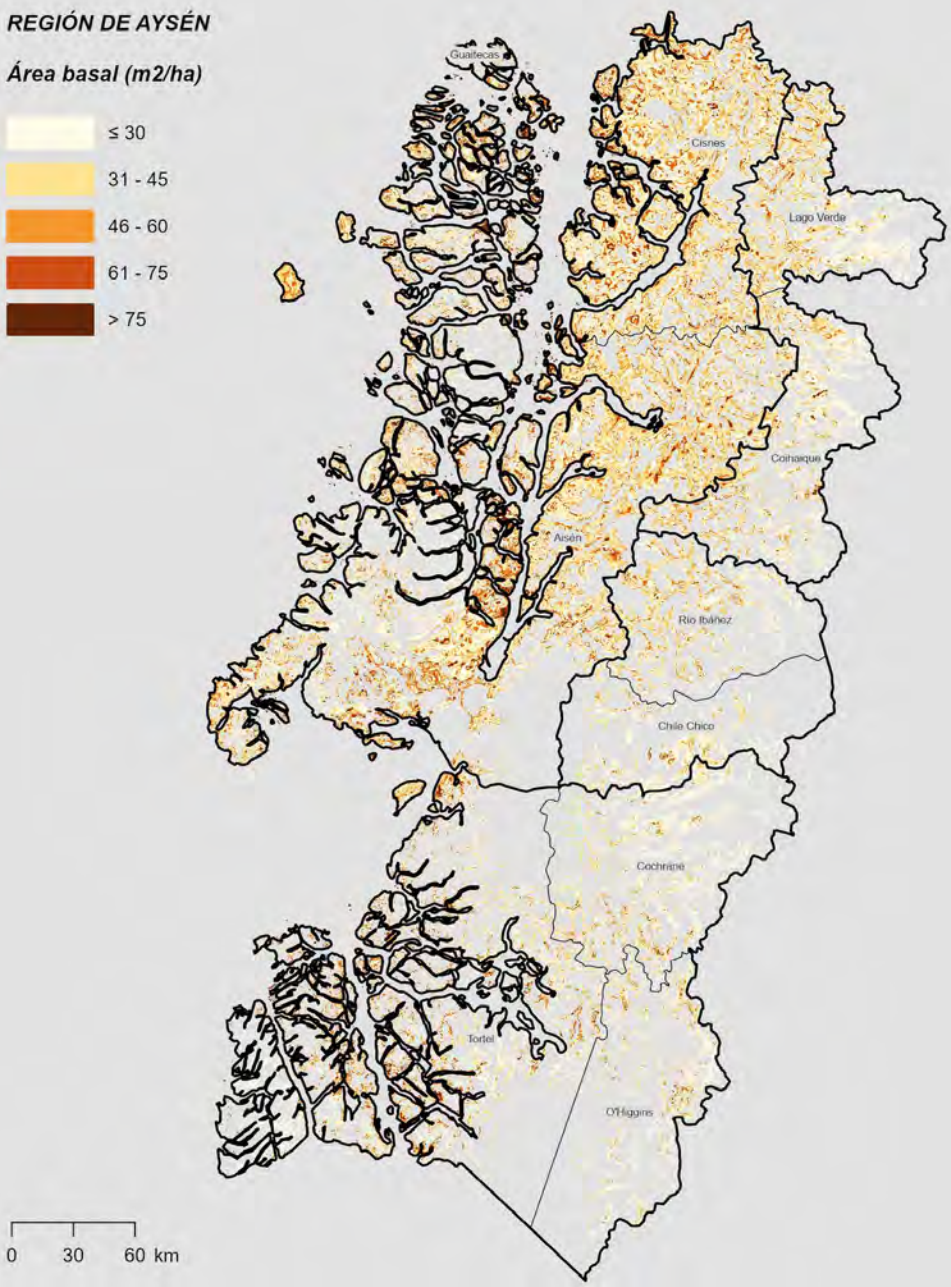


Figura 6
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE AYSÉN

Región de Magallanes

La región de Magallanes contabiliza una existencia total de 850,3 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión superior al 84% para su área de bosques continental y cercana al 74% para las áreas de bosques nativos de sus archipiélagos.

Cuadro 55
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE MAGALLANES (CONTINENTAL)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m^3ssc)	1.077.340	5,56	6.093.895	25,0
Volumen (m^3ssc)	1.077.340	349,84	376.900.640	15,4
Area Basal (m^2)	1.077.340	39,35	42.390.828	14,8
Número árboles	1.077.340	660,21	711.268.736	34,6
Vol Neto (m^3ssc)	1.077.340	205,90	221.826.368	15,5
Vol Neto pulp (m^3ssc)	1.077.340	187,73	202.245.152	15,0
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	1.077.340	18,18	19.581.226	*

Cuadro 56
EXISTENCIAS TOTALES DE LA REGIÓN DE MAGALLANES (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales	Error (%)
Crecimiento Vol (m^3ssc)	1.409.328	3,27	4.604.632	27,4
Volumen (m^3ssc)	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^3ssc)	1.409.328	187,63	264.428.689	28,8
Vol Neto pulp (m^3ssc)	1.409.328	176,28	248.431.969	28,0
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	1.409.328	11,35	15.996.715	*

Cuadro 57
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE MAGALLANES

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	436.080	7,03	3.067.747
Volumen (m^3ssc)	436.080	409,17	178.432.192
Area Basal (m^2)	436.080	44,79	19.532.373
Número árboles	436.080	-	-
Vol Neto (m^3ssc)	436.080	245,13	106.897.123
Vol Neto pulp (m^3ssc)	436.080	225,78	98.459.494
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	436.080	-	-

Cuadro 58
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA TIERRA DEL FUEGO

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	324.424	3,72	1.206.769
Volumen (m^3ssc)	324.424	315,49	102.352.056
Area Basal (m^2)	324.424	36,56	11.861.324
Número árboles	324.424	-	-
Vol Neto (m^3ssc)	324.424	178,24	57.824.137
Vol Neto pulp (m^3ssc)	324.424	153,79	49.893.412
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	324.424	-	-

Cuadro 59
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA ULTIMA ESPERANZA (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	1.031.632	2,58	2.657.114
Volumen (m^3ssc)	1.031.632	262,18	270.474.021
Area Basal (m^2)	1.031.632	29,80	30.742.063
Número árboles	1.031.632	714,27	736.863.605
Vol Neto (m^3ssc)	1.031.632	167,19	172.482.884
Vol Neto pulp (m^3ssc)	1.031.632	158,17	163.174.891
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	1.031.632	-	-

Cuadro 60
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE DE MAGALLANES (ARCHIPIÉLAGOS)

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	785.289	3,07	2.409.494
Volumen (m^3ssc)	785.289	303,14	238.049.988
Area Basal (m^2)	785.289	30,90	24.263.463
Número árboles	785.289	783,60	615.352.505
Vol Neto (m^3ssc)	785.289	184,26	144.701.151
Vol Neto pulp (m^3ssc)	785.289	174,11	136.729.545
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	785.289	-	-

Cuadro 61
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

Variable	Superficie (ha)	Valor Medio (valor/ha)	Existencias Totales
Crecimiento Vol (m^3ssc)	1.008.476	5,50	5.548.888
Volumen (m^3ssc)	1.008.476	353,03	356.027.293
Area Basal (m^2)	1.008.476	39,38	39.716.503
Número árboles	1.008.476	645,58	651.055.617
Vol Neto (m^3ssc)	1.008.476	207,30	209.055.821
Vol Neto pulp (m^3ssc)	1.008.476	188,63	190.231.633
Vol Prod (D>25 cm) (m^3ssc)	1.008.476	-	-

Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021

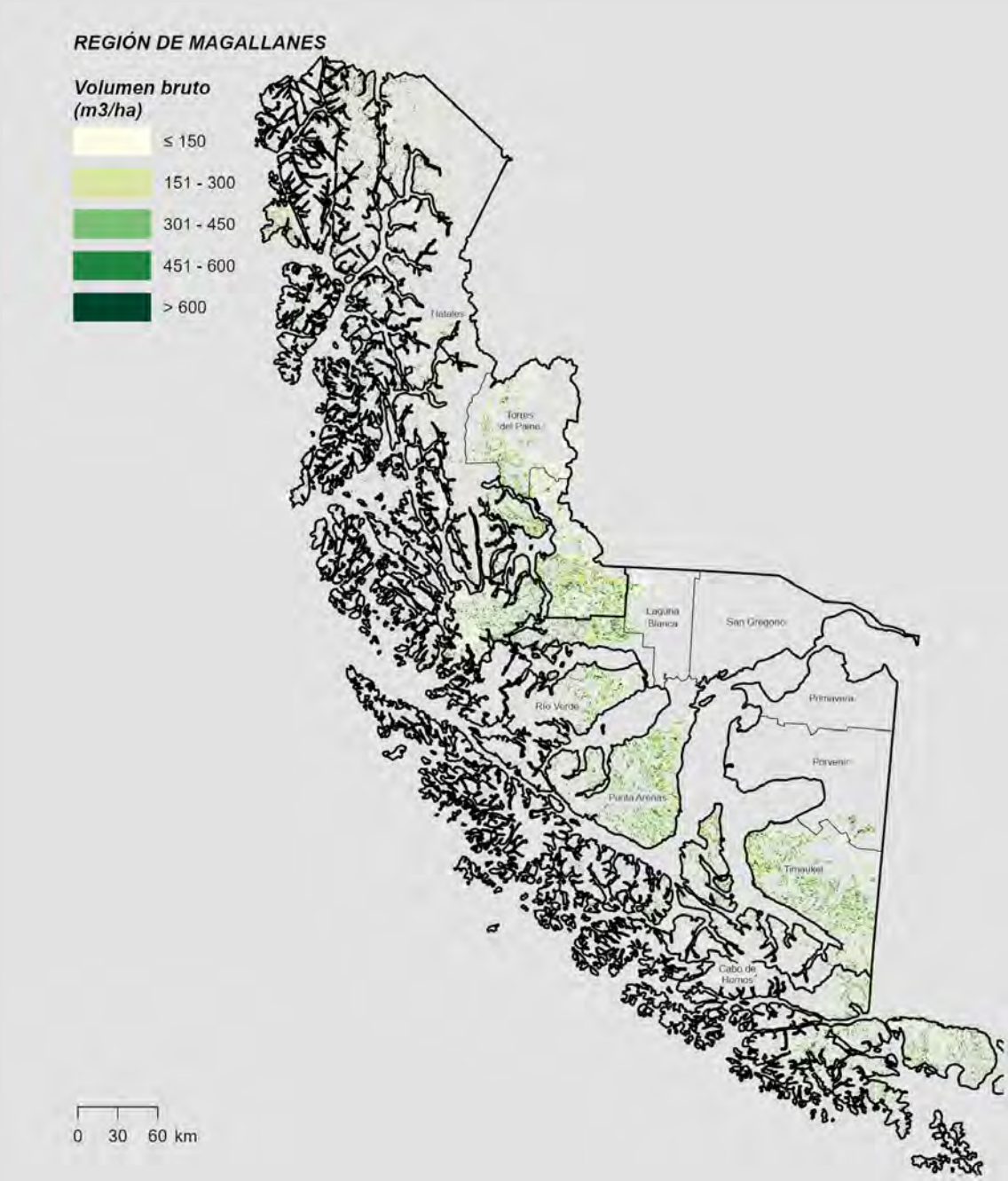


Figura 7
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE MAGALLANES

Distribución de Existencias Totales. Base cartografía temática calculada al 2021

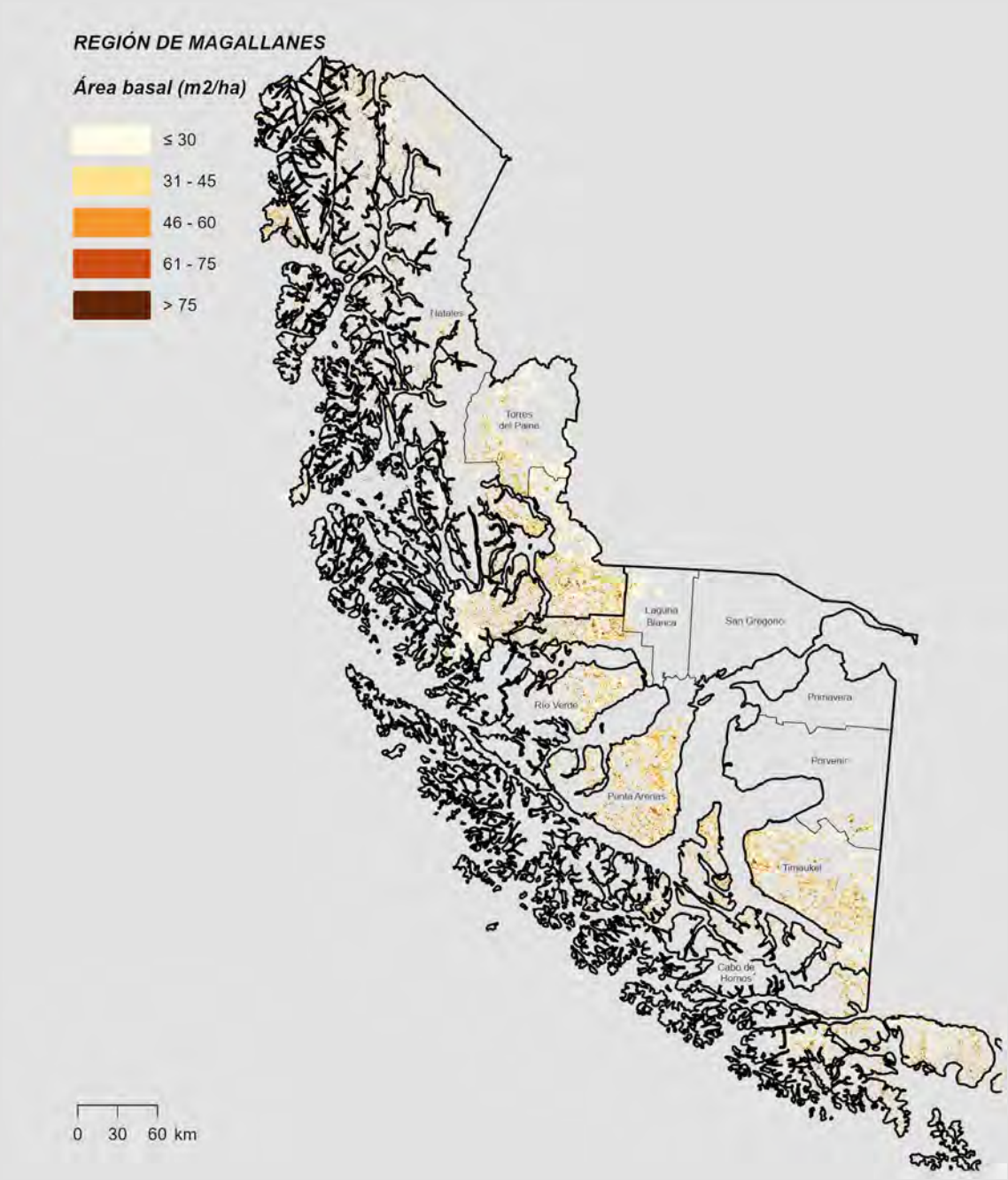
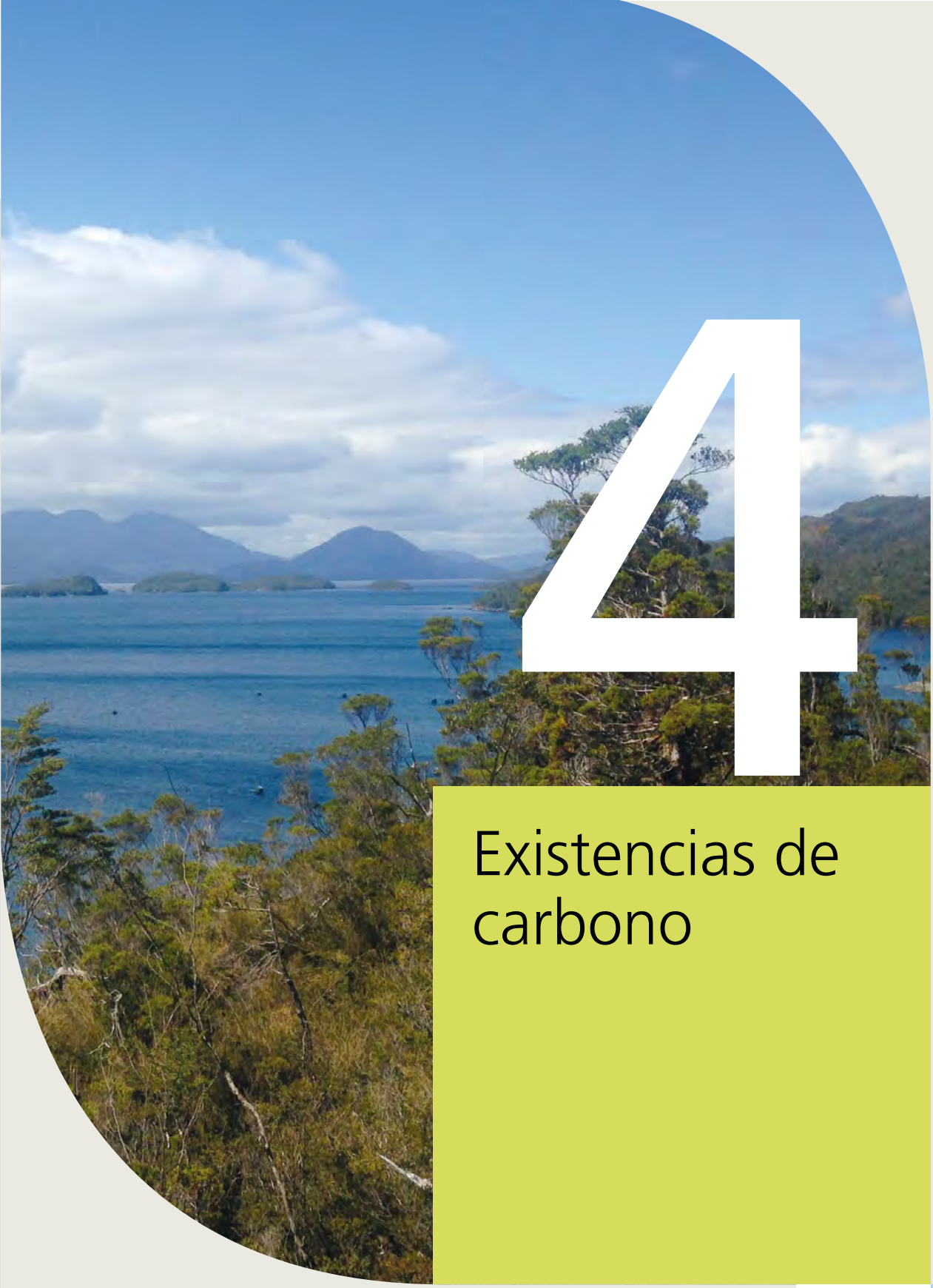


Figura 7
EXISTENCIAS EN ÁREA BASAL Y VOLUMEN. REGIÓN DE MAGALLANES



4

Existencias de carbono

INSTITUTO FORESTAL

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 de 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 invernadero[1]. 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 8.089.151.374 $tCO_{2\text{-}eq}$. 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 150.528.541 $tCO_{2\text{-}eq}$.

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 $CO_{2\text{-eq}}$ A NIVEL REGIONAL

Región	Existencias Medias ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales ($tCO_{2\text{-eq}}$)	Incremento Fustal Total Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$)
Coquimbo	15,12	0,33	3.514	53.134	1.176
Valparaíso	73,01	1,28	95.463	6.969.967	122.666
Metropolitana	27,49	0,40	93.526	2.570.972	37.732
O'Higgins	51,56	0,60	118.013	6.084.627	70.488
Maule	140,61	5,54	370.330	52.070.723	2.051.340,88
Ñuble y Biobío	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	749,90	12,02	2.758.873	2.068.887.680	33.164.596
Aysén *	745,14	13,49	3.903.618	2.908.725.013	52.667.690
Magallanes *	645,19	7,83	2.486.668	1.604.378.984	19.477.374

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

Existencias de $tCO_{2\text{-Eq}}$ 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 $CO_{2\text{-eq}}$ DE LA REGIÓN DEL MAULE A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales ($tCO_{2\text{-eq}}$)	Incremento Fustal Total Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$)
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 Biobío

Cuadro 3
EXISTENCIAS DE $CO_{2\text{-eq}}$ DE LAS REGIONES DE ÑUBLE Y BIOBÍO A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales ($tCO_{2\text{-eq}}$)	Incremento Fustal Total Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$)
Arauco	397,35	15,39	92.714	36.839.568	1.426.839
Biobío	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 $CO_{2\text{-eq}}$ DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales ($tCO_{2\text{-eq}}$)	Incremento Fustal Total Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$)
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 $CO_{2\text{-eq}}$ DE LA REGIÓN DE LOS RIOS A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales ($tCO_{2\text{-eq}}$)	Incremento Fustal Total Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$)
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 $CO_{2\text{-eq}}$ DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales ($tCO_{2\text{-eq}}$)	Incremento Fustal Total Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$)
Chiloé	764,40	12,48	621.928	475.399.829	7.760.135
Llanquihue	615,98	9,79	776.992	478.608.232	7.609.589
Osorno	927,73	12,98	377.345	350.074.530	4.896.340
Palena	818,39	13,20	982.608	804.159.400	12.973.320

Existencias Provinciales Región de Aysén

Cuadro 7
EXISTENCIAS DE $CO_{2\text{-eq}}$ DE LA REGIÓN DE AYSÉN A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales ($tCO_{2\text{-eq}}$)	Incremento Fustal Total Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$)
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 $CO_{2\text{-eq}}$ DE LA REGIÓN DE AYSÉN A NIVEL PROVINCIAL (ARCHIPIÉLAGOS)

Provincia	Existencias Medias ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales ($tCO_{2\text{-eq}}$)	Incremento Fustal Total Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$)
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 $CO_{2\text{-eq}}$ DE LA REGIÓN DE MAGALLANES A NIVEL PROVINCIAL

Provincia	Existencias Medias ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Incremento Fustal Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$/ha)	Superficie (ha)	Existencias Totales ($tCO_{2\text{-eq}}$)	Incremento Fustal Total Anual Periódico ($tCO_{2\text{-eq}}$)
Magallanes	762,28	12,96	436.080	332.414.041	5.650.686
Tierra del Fuego	578,22	6,78	324.424	187.589.674	2.200.296
Ultima Esperanza	-	-	316.835	-	-

Cuadro 10
EXISTENCIAS DE $CO_{2\text{-eq}}$ DE LA REGIÓN DE MAGALLANES A NIVEL PROVINCIAL (ARCHIPIÉLAGOS)

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

5

Aspectos socioeconómicos

INSTITUTO FORESTAL

Resultados del Componente Socioeconómico del Inventario Forestal Nacional, Regiones de La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén. Comparación entre el primer y segundo ciclo de mediciones

Resumen

En este informe se comparan las encuestas aplicadas en el primer y segundo ciclo de medición del componente socioeconómico del IFN. En total se re-encuestó al 91% de las explotaciones que formaron parte de la línea base 2015. Justo al comenzar el segundo ciclo de medición se produjo la pandemia de COVID-19, lo que generó un contexto único para analizar los sistemas productivos. Uno de los cambios observados es una creciente ”empresarización” de la tenencia de la tierra (ej. especulación inmobiliaria); es decir, una mayor proporción de los predios están hoy en manos de personas jurídicas. También, y probablemente acelerada por la pandemia, se observó una creciente migración urbano-rural (ej. Puerto Varas). Esta población neo-rural produce impactos sociales, económicos y ambientales que deberían ser estudiados con mayor profundidad. La pandemia implicó una simplificación de los sistemas productivos (pérdida de diversificación). Por un lado, aumentó la importancia del ingreso extrapredial, especialmente del ingreso por cuenta propia y los subsidios estatales, y disminuyó la importancia del ingreso agrícola y otros ingresos (arriendos, medierias y turismo). Por otro lado, aumentó la importancia del ingreso ganadero y muy especialmente el ingreso forestal (en base a plantaciones en la región de La Araucanía y de bosque nativo en las demás regiones). El bosque ayudó a “pagar la pandemia”. La carga ganadera, aunque excesiva, se mantuvo estable entre 2015 y 2024, no así la tasa de extracción de madera nativa que aumentó fuertemente, sobre todo en las regiones de La Araucanía y Los Lagos. En esta última, la cobertura de bosque nativo en las explotaciones se redujo significativamente.

Palabras clave: inventario forestal, aspectos sociales, degradación de bosques, ingreso extrapredial, carga ganadera

Introducción

En el marco del componente socioeconómico del Inventario Forestal Nacional, se encuestó por segunda vez a los principales tomadores de decisión (propietarios y/o administradores) de explotaciones silvoagropecuarias[1] con presencia de bosque nativo en las regiones de La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén, quienes habían sido encuestados en 2015 (Reyes, 2021). En 2020 y 2021 se aplicó la encuesta en la región de Los Ríos, entre 2021 y 2023 en la región de Los Lagos, entre 2022 y 2024 en la región de Aysén, y en 2024 en la región de La Araucanía. Desafortunadamente, el recorte presupuestario sufrido a inicios de la pandemia de COVID-19 no permite avanzar a un ritmo mayor a las 40-60 encuestas anuales, lo que va a impedir cumplir con el segundo ciclo de muestreo adecuadamente.

Las explotaciones fueron caracterizadas desde un punto de vista socio-productivo. Se caracterizó al dueño o usuario del predio (persona natural o jurídica), a su principal tomador de decisión y a su núcleo familiar o empresa. También se caracterizaron las explotaciones (superficie predial, usos del suelo, etc.), los subsistemas productivos (agrícola, pecuario, forestal y extrapredial, entre otros) y se describió un conjunto de elementos adicionales que determinan las posibilidades de uso de los predios: caminos de acceso, distancia a los mercados, 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.

Este análisis cubrió el periodo comprendido entre 2015 y 2024, periodo que fue especialmente "anormal" debido a las cuarentenas y a las grandes restricciones de movilidad existentes debido a la pandemia de COVID-19, así como también a 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, retiros de fondos de pensiones, etc.). Considerando ese contento, este informe muestra cambios en los sistemas productivos que no se verían en un periodo normal, lo que es especialmente interesante.

El componente socioeconómico del Inventario Forestal Nacional 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 2024, se discute sobre ellos y se plantean algunas conclusiones.

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).

Modelo Teórico

Decisión de utilizar el bosque nativo 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 de los tomadores de decisiones 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 pueden 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 (cultivo de cereales, papas y frutales), ganaderas (crianza de animales, 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) (Uijt, 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 resultado de otras actividades que generan bienes y servicios (Dewees, 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).

$$U_{ijt} = V_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$$
$$V_{ijt} = \beta_i X_i$$
$$U_{ijt} = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \ldots + \varepsilon_{ijt} \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

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

$U_{i\text{-}1jt}$ = 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 observable[2] 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).

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).

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

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 ($/año) • Importancia del ingreso extrapredial (%) • Importancia del ingreso agrícola (%) • Importancia del ingreso ganadero (%) • Importancia del ingreso no monetario por autoconsumo (%) • Cantidad de bovinos • Cantidad de ovinos y caprinos • Presencia y extensión de plantaciones forestales
Elementos de contexto	• Distancia a la ciudad más cercana (km) • Distancia a la ciudad principal de la región (km) • Uso residencial del predio (si/no) • Calidad del camino de acceso[3] • Tenencia de la tierra (si/no) • Precios de productos ($/unidad)

3 Calidad baja (vehículos 4 x 4), calidad media (camiones pequeños), y calidad 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 madera del bosque) 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).

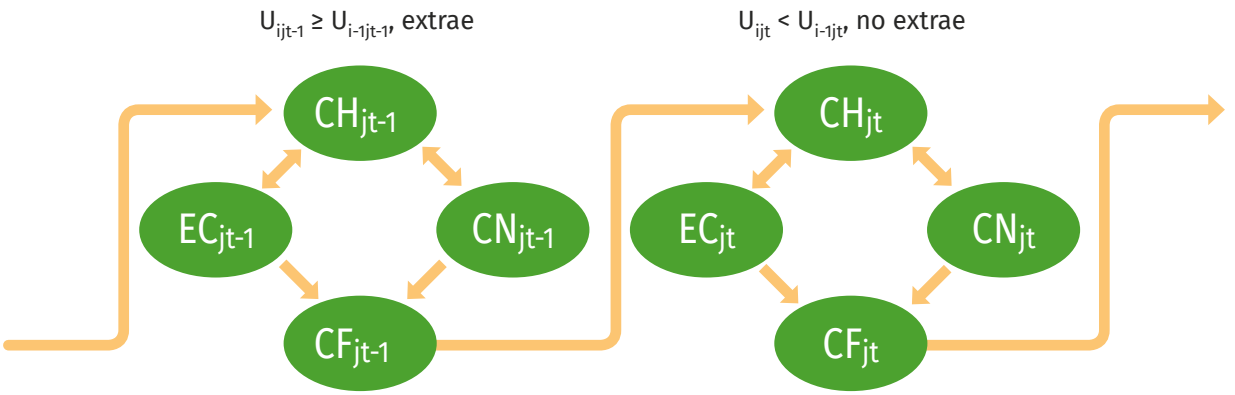


Figura 1
PROCESO DE TOMA DE DECISIÓN RELATIVO A LA EXTRACCIÓN DE MADERA DEL BOSQUE

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 (hacia mayores niveles de integridad, en proceso de deterioro o degradado). En la Figura 2, dichas trayectorias son representadas por A-B (recuperando integridad), A-C (mantención) o A-Z (en proceso de deterioro/degradación).

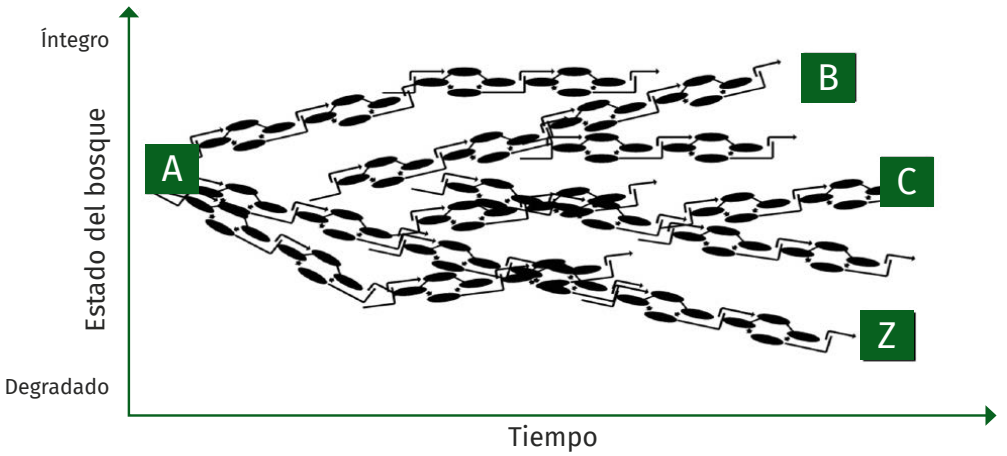


Figura 2
TOMA DE DECISIÓN CON RESPECTO AL BOSQUE NATIVO A TRAVÉS DEL TIEMPO

Método

La cantidad y distribución de encuestas socioeconómicas realizadas en 2015 (primer ciclo y línea base) y repetidas entre 2020 y 2024 (segundo ciclo de medición) en las regiones de La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén, se presentan en el Cuadro 3 y en la Figura 3. En la región de Los Ríos el muestreo se realizó en 2020 y 2021, en la región de Los Lagos entre 2021 y 2022, en la región de Aysén en 2022, 2023 y 2024, y en la región de la Araucanía en 2024. En todas las regiones hay tomadores de decisión que decidieron no seguir participando del muestreo.

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

Región	Explotaciones encuestadas primer ciclo	Explotaciones re-encuestadas segundo ciclo	Pendientes	Descartadas (no hay disposición)
Araucanía	33	31	0	2
Los Ríos	88	85	0	3
Los Lagos	93	80	0	13
Aysén	85	77	0	8
TOTAL	**299**	**273**	**0**	**26**

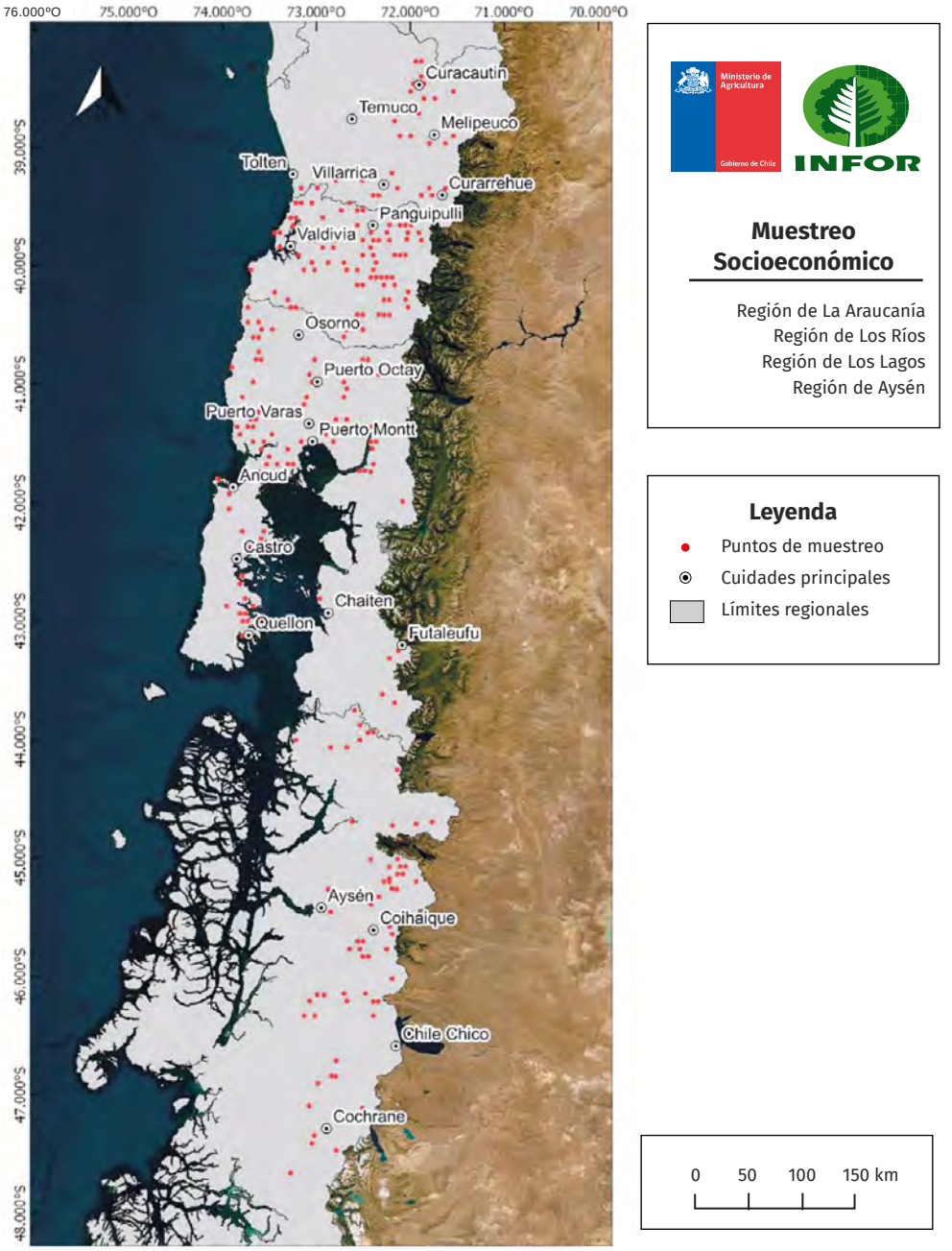
Para agendar las encuestas se llamó por teléfono a los principales tomadores de decisión de las explotaciones que forman parte de la muestra, o se les envió un email, aprovechando la base de datos creada en 2015. Cuando no se contó con esta información, los predios fueron visitados sin previo aviso.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

Esta presentación fue fundamental, pues es necesario reconectar 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 del Inventario Forestal Nacional. En estos casos, se procedió al reemplazo del predio y se ubicó al tomador de decisión del predio correspondiente para aplicarle la encuesta.

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 re-encuestadas

Figura 3
PUNTOS DE MUESTREO REALIZADOS ENTRE 2020 Y 2024

Resultados

Cambios Observados en los Tomadores de Decisión

En el 22% de los casos se produjeron cambios en la propiedad de las explotaciones que forman parte de la muestra, debido a sucesiones que se regularizaron, predios que entraron en sucesión por el fallecimiento de los dueños y predios que se vendieron, mientras que en el 38% de los casos cambió el tomador de decisión (Cuadro 4). Esto último se asoció a cambios en la propiedad de las explotaciones, tomadores de decisión que envejecieron o cambiaron de residencia, y administradores que dejaron de trabajar para empresas agrícolas o forestales.

Cuadro 4
CAMBIOS EN LA PROPIEDAD Y EN LA TOMA DE DECISIÓN DE LAS EXPLOTACIONES

Región	Cambios en la propiedad (casos)	% del total	Cambios en la toma de decisión (casos)	% del total
Araucanía	14	45	16	52
Los Ríos	12	14	37	44
Los Lagos	13	16	21	26
Aysén	22	28	29	37
TOTAL	**61**	**18**	**103**	**38**

Cambios en la propiedad de las explotaciones no siempre implicaron cambios en la toma de decisión, pues muchas veces predios que entraron en sucesión o salieron de ese estado mantuvieron al mismo tomador de decisión (uno de los hijos normalmente). La región de La Araucanía mostró los mayores cambios en la toma de decisión, lo que se debió en buena medida a cambios en la propiedad de las explotaciones. Esto se observó también en la región de Aysén. En la región de Los Ríos, en cambio, los cambios en la toma decisión se debieron más bien a cambios en la administración de predios en manos de empresas.

Por otra parte, en el 7% de las explotaciones cambió el tipo de propietario de la explotación, siendo más frecuente pasar de persona natural a jurídica (70%), lo que implica una leve tendencia hacia la "empresarización" de la tierra. Algunas familias decidieron crear sociedades para la administración de la tierra, especialmente ante el envejecimiento de los jefes de hogar, o vendieron sus campos a empresas (ej. corredoras de propiedades para proyectos de parcelación). Por el contrario, algunas comunidades indígenas (personas jurídicas) entregaron goces individuales a sus comuneros, lo que implicó un cambio en la dirección opuesta (fragmentación de la propiedad colectiva, tenencia individual).

La edad promedio de los tomadores de decisión de las regiones en cuestión aumentó de 59 a 62 años entre 2015 y 2024, con un error estándar de 0,85 años. Si bien, han transcurrido 9 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 fue reemplazado, siendo los nuevos tomadores de decisión, en general, más jóvenes que los anteriores. Este reemplazo fue especialmente intenso en las regiones de La Araucanía y Aysén, donde la edad promedio de los tomadores de decisión en ambos periodos se mantuvo prácticamente constante, mientras que lo opuesto ocurrió en las regiones de Los Ríos y Los Lagos (Figura 4).

La escolaridad promedio de los tomadores de decisión aumentó de 9 a 10 años entre 2015 (error estándar= 0,29 años) y 2024 (error estándar= 0,29 años), debido al reemplazo/renovación de algunos tomadores de decisión, diferencia que es estadísticamente significativa. A nivel regional, se observó que: a) En la región de Aysén aumentó la escolaridad promedio de los tomadores de decisión, pasando de 7,9 a 9,2 años entre 2015 y 2024. Lo mismo se observó en la región de La Araucanía (de 9,3 a 10,3 años); b) En la región de Los Lagos la escolaridad promedio de los tomadores de decisión se mantuvo en 9,2 años; y c) En la región de Los Ríos la escolaridad promedio de los tomadores de decisión aumentó de 9,9 a 10,5 años. Los cambios observados en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Aysén son estadísticamente significativos (Figura 5).

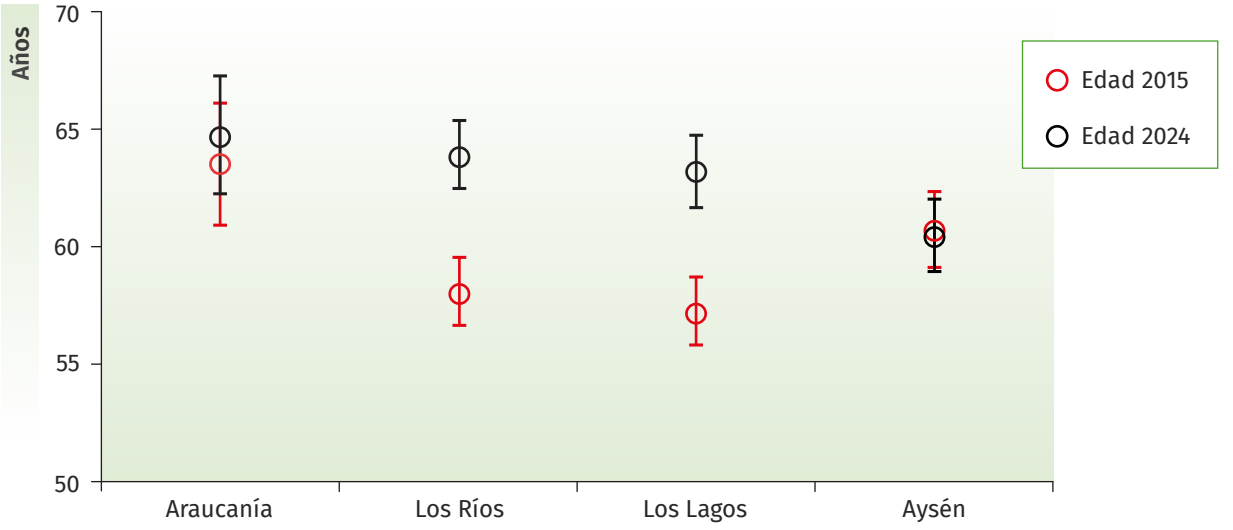


Figura 4
EDAD DE LOS TOMADORES DE DECISIÓN ENTRE 2015 Y 2024
(promedio y error estándar)

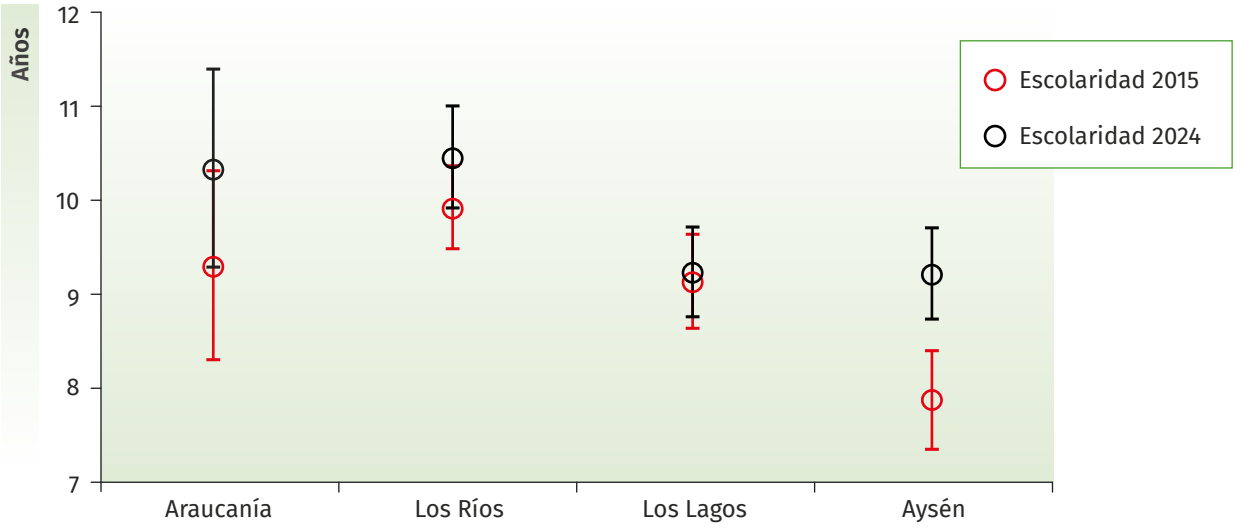


Figura 5
ESCOLARIDAD DE LOS TOMADORES DE DECISIÓN ENTRE 2015 Y 2024
(promedio y error estándar)

Por otra parte, entre 2015 y 2024 la cantidad de tomadores de decisión que viven total o parcialmente en las explotaciones aumentó en un 10%, mientras que la cantidad de explotaciones que tienen regularizada la tenencia de la tierra aumentó en un 13%. Sin embargo, al desagregar los datos por región, se observa que estos cambios se concentraron en las regiones de La Araucanía y Los Lagos, donde la proporción de propietarios/usuarios de explotaciones silvoagropecuarias que viven en las explotaciones pasó del 68% al 83% y del 68% al 84%, respectivamente. Este proceso incipiente de migración urbano-rural, o neo-ruralización, fue acompañado por mayores niveles de formalidad en la tenencia de la tierra.

Cambios Observados en los Sub-sistemas Productivos

En 2015, en promedio, el 45% del ingreso total de las explotaciones se generó a partir de fuentes extraprediales y el 55% restante de fuentes intraprediales (agricultura ganadería, etc,), mientras que en el periodo 2020-2024 la mitad del ingreso provino de fuentes extraprediales. Esto implica un aumento de la importancia relativa de los ingresos extraprediales en la economía de las explotaciones silvoagropecuarias. A nivel regional, la importancia del ingreso extrapredial aumentó en todas las regiones, exceptuando la región de Los Ríos, donde cayó del 52% al 43%.

Considerando solo los ingresos intraprediales, en 2015, en promedio, el 42% de los ingresos se generaron en el subsistema pecuario (crianza, engorda y venta de animales, lecherías y derivados), aumentando al 49% en el periodo 2020-2024. La importancia relativa de los ingresos generados por el subsistema bosque nativo (venta de leña, principalmente) también creció, pasando del 24% al 31%. Lo mismo ocurrió con el subsistema plantaciones forestales (del 4% al 6%). Por el contrario, los ingresos generados por el subsistema agrícola cayeron del 11% al 4%, al igual que otros ingresos (arriendos, turismo, etc.) que cayeron del 19% al 9% (Figura 6).

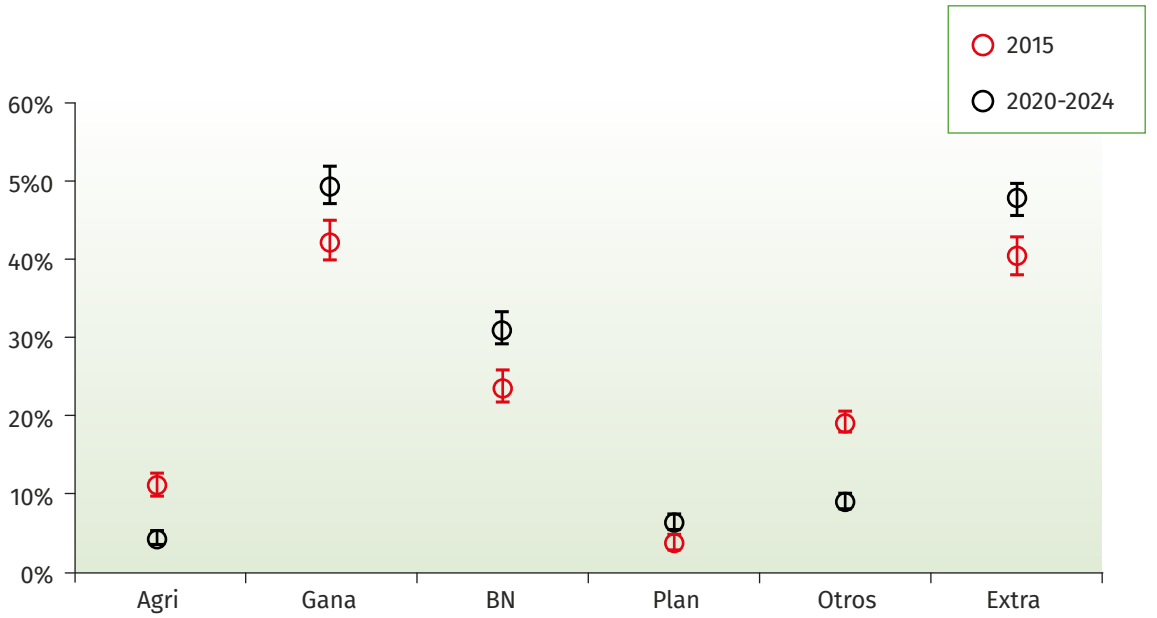


Figura 6
IMPORTANCIA RELATIVA DEL INGRESO GENERADO POR LOS DISTINTOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS EN 2015 Y 2020/24 EN EL ÁREA DE ESTUDIO
(promedio y error estándar)

En las regiones de la Araucanía y Los Ríos hubo un aumento muy significativo en la importancia relativa del ingreso generado por el subsistema pecuario, lo que no se observó en las regiones de Los Lagos y Aysén. La importancia relativa del ingreso generado por el subsistema bosque nativo aumentó fuertemente en las regiones de Los Ríos (del 12% al 23% en promedio), Los Lagos y Aysén, no así en la región de La Araucanía, mientras que los ingresos generados en por el subsistema plantaciones forestales aumentó principalmente en la región de la Araucanía. Por otra parte, el ingreso generado por el subsistema agrícola disminuyó fuertemente en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, no así en la región de Aysén donde el cambio fue marginal. Finalmente, el ingreso generado por otros ingresos disminuyó en todas las regiones.

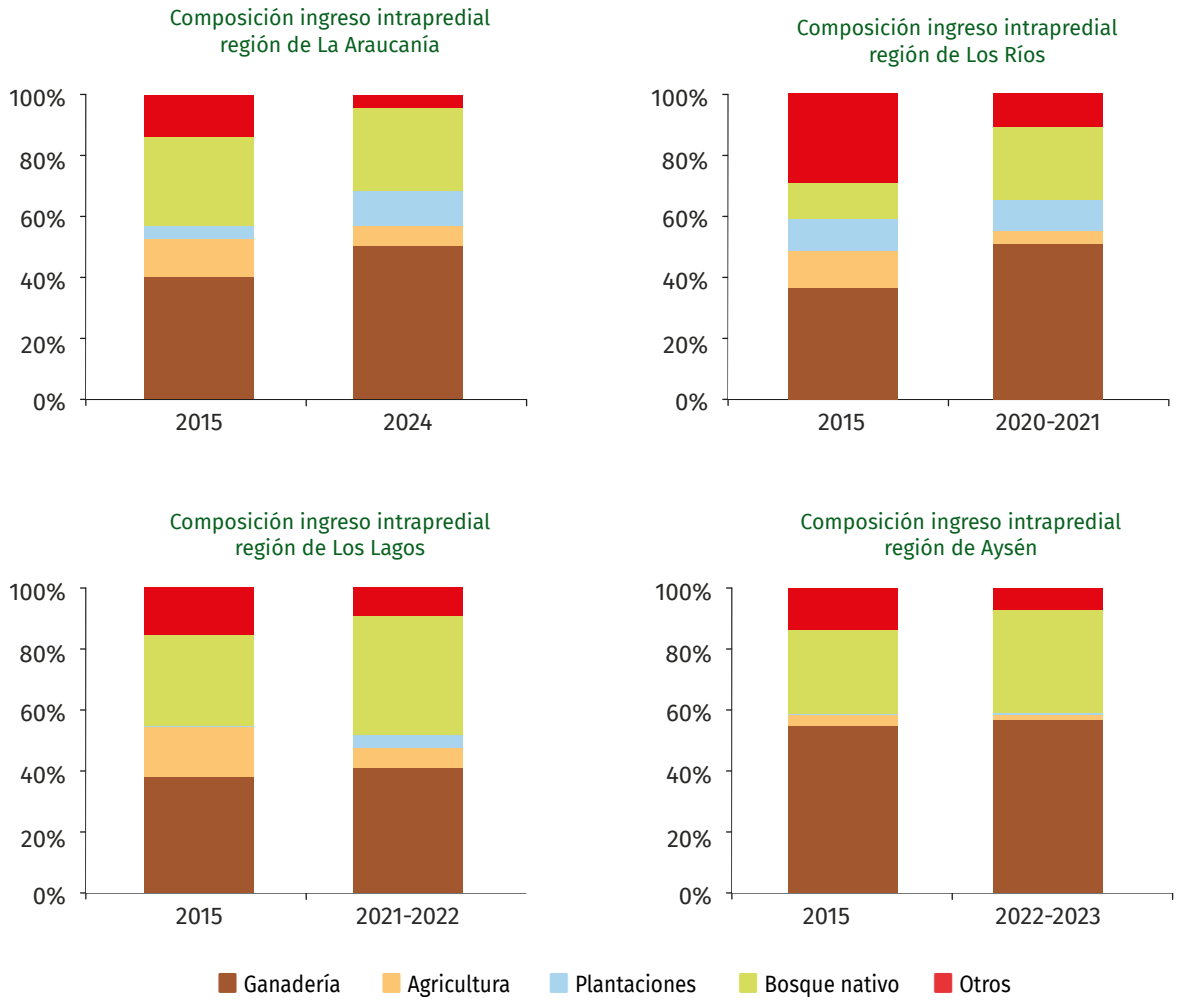


Figura 7
CAMBIOS EN LA IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL INGRESO INTRAPREDIAL ENTRE 2015 Y 2020/24, POR REGIÓN (PORCENTAJES PROMEDIO)

En lo que respecta a los cambios que se produjeron entre 2015 y 2020/24, se observa que, de las 271 explotaciones monitoreadas en las cuatro regiones, 142 (52%) mantuvieron su estructura de ingresos (diagonal verde, Cuadro 5), lo que implica que aquellas que dependían, por ejemplo, del ingreso ganadero en 2015 siguen haciéndolo en 2020/24. El restante 48% de las explotaciones vieron cambios importantes en su estructura de ingresos.

Los cambios más frecuentes fueron (celdas en amarillo): a) Explotaciones que dependían del ingreso ganadero en 2015 y que comenzaron a depender de ingresos extraprediales en 2020/24 (32 casos), b) Explotaciones que dependían del ingreso extrapredial en 2015 y vieron un aumento significativo del ingreso ganadero en 2020/24 (17 casos), y c) Explotaciones que dependían de actividades mixtas en 2015 (sistemas productivos más diversificados) y que aumentaron su dependencia del ingreso extrapredial en 2020/24 (14 casos).

Cuadro 5
TRAYECTORIAS DE CAMBIO EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LAS CUATRO REGIONES ENTRE 2015 Y 2020/24

Subsistema	Agri 2020/24	Gana 2020/24	Fores 2020/24	Otros 2020/24	Extra 2020/24	Mix 2020/24	Total	% cambio periodo
Agri 2015	3	6	0	0	6	1	16	-69
Gana 2015	1	41	5	2	32	4	85	-13
Fores 2015	0	6	21	0	9	2	38	-5
Otros 2015	0	0	1	2	3	0	6	-17
Extra 2015	1	17	6	0	72	5	101	-35
Mix 2015	0	4	3	1	14	3	25	-40
Total	**5**	**74**	**36**	**5**	**136**	**15**	**271**	

Al realizar el mismo análisis a nivel regional, se observa que en la región de la Araucanía el 39% de las explotaciones mantuvo su estructura de ingresos, lo que no ocurrió en el 61% restante.

El cambio más significativo (celdas en amarillo) implicó pasar de un sistema productivo basado en la ganadería o en ingresos mixtos en 2015 (explotaciones que muestran una mayor diversificación de sus medios de vida), a uno más dependiente de ingresos extraprediales en 2024 (Cuadro 6).

Cuadro 6
TRAYECTORIA DE CAMBIO EN LOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS PREDOMINANTES EN LA ARACUCANÍA

Subsistema	Agri 2024	Gana 2024	Fores 2024	Otros 2024	Extra 2024	Mix 2024	Total	% cambio periodo
Agri 2015	2	0	0	0	1	0	3	-33
Gana 2015	0	2	1	0	5	0	8	-25
Fores 2015	0	1	3	0	2	0	6	-17
Otros 2015	0	0	0	0	0	0	0	-
Extra 2015	0	2	1	0	5	1	9	89
Mix 2015	0	1	0	0	4	0	5	-80
Total	**2**	**6**	**5**	**0**	**17**	**1**	**31**	

En la región de Los Ríos, en tanto, el 55% de las explotaciones mantuvo su estructura de ingresos y el 45% restante cambió. El cambio más relevante, aunque no tan marcado, implicó pasar desde sistemas productivos basados en ingresos extraprediales en 2015 a sistemas más dependiente del ingreso ganadero en 2020/21 (postpandemia; Cuadro 7). Pasar de ingresos mixtos en 2015 a ingresos extraprediales en 2020/21 también fue relevante.

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

Subsistema	Agri 2020/21	Gana 2020/21	Fores 2020/21	Otros 2020/21	Extra 2020/21	Mix 2020/21	Total	% cambio periodo
Agri 2015	1	3	0	0	3	1	8	-75
Gana 2015	1	13	2	0	4	1	21	24
Fores 2015	0	2	5	0	1	0	8	38
Otros 2015	0	2	1	2	2	0	7	-71
Extra 2015	0	6	3	0	26	2	37	8
Mix 2015	0	0	0	0	4	0	4	0
Total	**2**	**26**	**11**	**2**	**40**	**4**	**85**	

En la región de Los Lagos, 42 de 80 explotaciones mantuvieron una estructura de ingresos estable (53%), las otras 38 cambiaron. Al igual que en la región de La Araucanía, los cambios más frecuentes fueron: a) Explotaciones que dependían del ingreso ganadero en 2015 y que comenzaron a depender de ingresos extraprediales en 2021/23 (9 casos), y b) Explotaciones que dependían de actividades mixtas en 2015 y que comenzaron a depender de ingresos extraprediales en 2021/23 (Cuadro 8).

Cuadro 8
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	% cambio periodo
Agri 2015	0	2	0	0	2	0	4	-100
Gana 2015	0	8	1	1	9	1	20	-15
Fores 2015	0	2	5	0	2	2	11	-18
Otros 2015	0	0	0	0	1	0	1	100
Extra 2015	0	4	1	0	27	1	33	39
Mix 2015	0	1	2	1	5	2	11	-45
Total	**0**	**17**	**9**	**2**	**46**	**6**	**80**	

En la región de Aysén, 41 de 77 explotaciones mantuvieron una estructura de ingresos estable (53%), las otras 36 cambiaron. El cambio más frecuente implicó pasar de sistemas productivos que dependían fuertemente del ingreso ganadero en 2015 a sistemas productivos que dependían de ingresos extraprediales en 2022/24 (11 casos) (Cuadro 9).

Cuadro 9
TRAYECTORIA DE CAMBIO EN LOS SUBSISTEMAS PRODUCTIVOS PREDOMINANTES EN AYSÉN

Subsistema	Agri 2023	Gana 2023	Fores 2023	Otros 2023	Extra 2023	Mix 2023	Total	% cambio periodo
Agri 2015	0	1	0	0	0	0	1	0
Gana 2015	0	18	1	1	14	2	36	-25
Fores 2015	0	1	8	0	4	0	13	-15
Otros 2015	0	0	0	0	0	0	0	0
Extra 2015	1	5	1	0	14	1	22	50
Mix 2015	0	2	1	0	1	1	5	-20
Total	**1**	**27**	**11**	**1**	**33**	**4**	**77**	

Todos estos cambios dejan en evidencia lo siguiente: a) Se produjo un fortalecimiento de los ingresos extraprediales en 2020/24 en comparación con 2015, lo que puede haber ocurrido como consecuencia de una mayor disponibilidad de ingresos extraprediales o por un debilitamiento de los ingresos intraprediales (agrícola, forestal y ganadero, principalmente) en el periodo, y b) Se produjo cierta simplificación de los sistemas productivos entre 2015 y 2020/24, ya que muchas explotaciones pasaron de depender de ingresos diversificados (actividades mixtas) a sistemas productivos que dependen de ingresos extraprediales u otras actividades. En la región de Los Ríos, donde existe una mayor proporción de explotaciones en manos de empresas, hubo algunas que pasaron de ingresos extraprediales en 2015 a ingresos ganaderos en 2020/21.

- **Detalles por Subsistema Productivo**

► 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 las regiones de La Araucanía y 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, papas y especies forrajeras (maíz forrajero, alfalfa, etc.). En el área de estudio se observa una caída en la actividad agrícola, en algunas de las cuales, incluso, las plagas y el cambio climático estarían afectando la productividad de los cultivos (ej. avellano europeo y cerezas de exportación).

► Subsistema Ganadero

En 2015, el 67% de las explotaciones de las cuatro regiones tenían ganado bovino, lo que aumentó al 72% en 2020/24. El ganado ovino se mantuvo en torno al 38% de las explotaciones, mientras que el caprino aumentó del 4% al 9% y el equino del 30% al 40%. 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 tenían 37.000 y 45.000 cabezas de bovinos y ovinos en 2015 (caprinos y equinos son marginales), respectivamente, lo que aumentó a 40.000 cabezas en 2020/24 en el caso de bovinos, y disminuyó a 41.000 cabezas en el caso de ovinos. En general, la masa ganadera de las explotaciones es estable, a pesar de los cambios que se produjeron en sus sistemas productivos. No existen diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de animales promedio por explotación, entre 2015 y 2020/24, para bovinos, ovinos, caprinos y equinos.

► Subsistema Plantaciones Forestales

En 2015, el 8% de las explotaciones comercializaron algún producto maderero proveniente de plantaciones forestales, lo que aumentó al 9% en 2020/24. El principal producto comercializado fue la leña, cuya importancia relativa aumentó del 4% al 7% de las explotaciones en el mismo periodo. Sin embargo, solo el 40% de las explotaciones que comercializaron leña de pino o eucalipto en 2015 mantuvieron dicha producción en 2020/24, lo que deja en evidencia cierta intermitencia en este subsistema productivo. Esto puede deberse a una menor superficie de las plantaciones, 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 (20% de las explotaciones produjeron leña u otros productos en 2015 y 15% en 2021), 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 Los Lagos hubo un aumento importante tanto del porcentaje de explotaciones que producen leña y otros productos a partir de plantaciones, como de los volúmenes de producción, al igual que en la región de La Araucanía. En la región de Aysén esta actividad es marginal.

► Subsistema Bosque Nativo

En 2015, el 78% de las explotaciones extrajeron madera del bosque nativo, y en la mitad de los casos lo hicieron con fines comerciales (venta de leña, carbón vegetal, trozas, etc.; normalmente operaciones de mayor tamaño), lo que aumentó al 82% de los casos en 2020/24. En el resto de los casos extraen leña y madera para autoconsumo. El producto que predomina es la leña, la que está presente en todas las explotaciones que extraen madera del bosque.

El 51% de las explotaciones que comercializaron madera nativa en 2015 también lo hicieron en 2020/24, y el 49% restante solo realizó esta actividad en uno de los años, lo que deja en evidencia cierta intermitencia en el uso comercial del bosque nativo.

Las regiones de Los Ríos y Aysén muestran una mayor estabilidad en la explotación comercial del bosque nativo, ya que más del 60% de las explotaciones que vendieron leña o algún producto maderero del bosque nativo en 2015 también lo hicieron en 2020/24. En la región de los Lagos esto ocurrió en el 48% de los casos y en La Araucanía solo en el 25%. Entre 2015 y 2020/24 el volumen de producción de leña de las explotaciones aumentó en un 49% en la región de Los Ríos, y en un 14% y 12% en el caso de las regiones de Los Lagos y Aysén, respectivamente, mientras que en La Araucanía la producción se redujo en un 31%. Por el contrario, la producción de trozas aserrables aumentó considerablemente en las cuatro regiones (más que duplicándose).

► Subsistema Extrapredial

El 17% de los tomadores de decisión de las explotaciones que se encuentran en el área de estudio realizaban algún tipo de trabajo asalariado en 2015, porcentaje que se mantuvo en 2020/24. El trabajo por cuenta propia, en tanto, se expandió del 22% al 37%, las transferencias de Estado del 14% al 33%, los arriendos del 7% al 10%, y la producción silvoagropecuaria extrapredial del 3% al 15% (Figura 8).

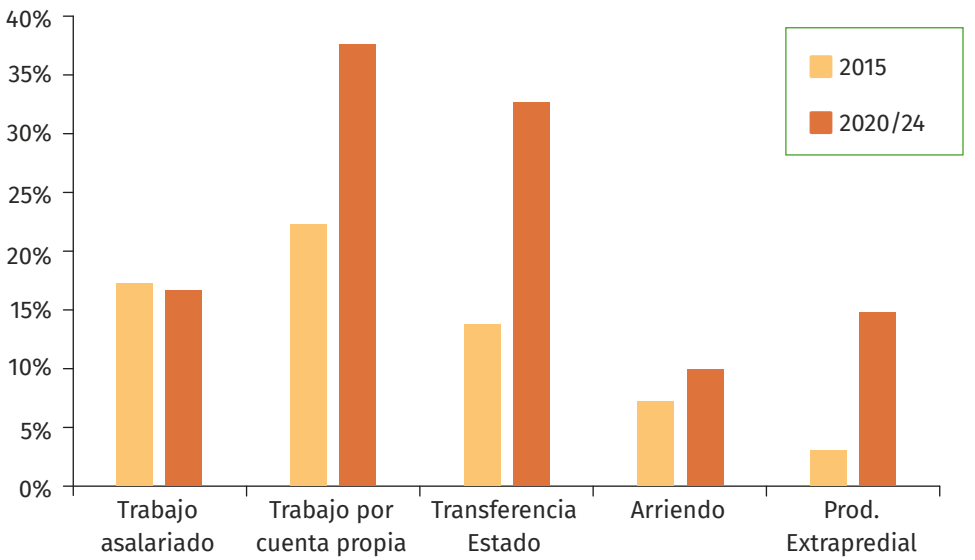


Figura 8
PORCENTAJE DE LAS EXPLOTACIONES QUE GENERARON ALGÚN TIPO DE INGRESO EXTRAPREDIAL EN 2015 Y 2020/24, EN LAS CUATRO REGIONES

El trabajo asalariado muestra tendencias dispares. En la región de Los Ríos, el 34% de los tomadores de decisión realizaban trabajo asalariado en 2015, lo que cayó al 23% en 2020/21. En la región de Los Lagos, en cambio, el 10% de los tomadores de decisión realizaba trabajo asalariado en 2015, lo que aumentó al 17%, mientras que en las regiones de La Araucanía y Aysén aumentó del 10% al 13% y del 9% al 12%, respectivamente.

En lo que respecta al trabajo por cuenta propia (emprendimientos y trabajo independiente) ocurre algo similar que con el trabajo asalariado; disminuye en la región de Los Ríos, donde cae del 24% al 16% de los casos, y aumenta en las demás regiones: en La Araucanía del 16% al 48%, en Los Lagos del 25% al 52% y en Aysén del 21% al 41%. Por otra parte, las transferencias del Estado aumentaron en todas las regiones, expandiéndose del 6% al 10% de los casos en la región de La Araucanía, del 2% al 13% en Los Ríos, del 32% al 52% en Los Lagos y del 10% al 43% en Aysén. Los arriendos aumentaron en las regiones de La Araucanía y Aysén, y disminuyeron en las demás regiones, mientras que la producción silvoagropecuaria extrapredial aumentó fuertemente en las cuatro regiones.

Las diferencias observadas entre la región de Los Ríos y las regiones de La Araucanía, Los Lagos y Aysén, se deben en buena medida a los distintos tipos de tomadores de decisión que forman parte de la muestra. Mientras que en Los Ríos predominan las explotaciones en manos de personas jurídicas (empresas agrícolas e instituciones), en las otras regiones lo hacen las personas naturales.

Cambios Observados en las Explotaciones y en la Intensidad de Uso del Suelo

Durante este periodo, la superficie promedio de las explotaciones no cambió significativamente, siendo predominantes aquellas que tienen entre 0 y 200 hectáreas. En términos de la cobertura de bosque nativo se produjo una leve disminución, pasando del 60% al 56% promedio. A nivel regional, los cambios ocurridos en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Aysén no son estadísticamente significativos, es decir, no hubo una pérdida de cobertura forestal nativa, lo que contrasta con la región de Los Lagos donde se reporta una caída del 67% al 57% (Figura 9).

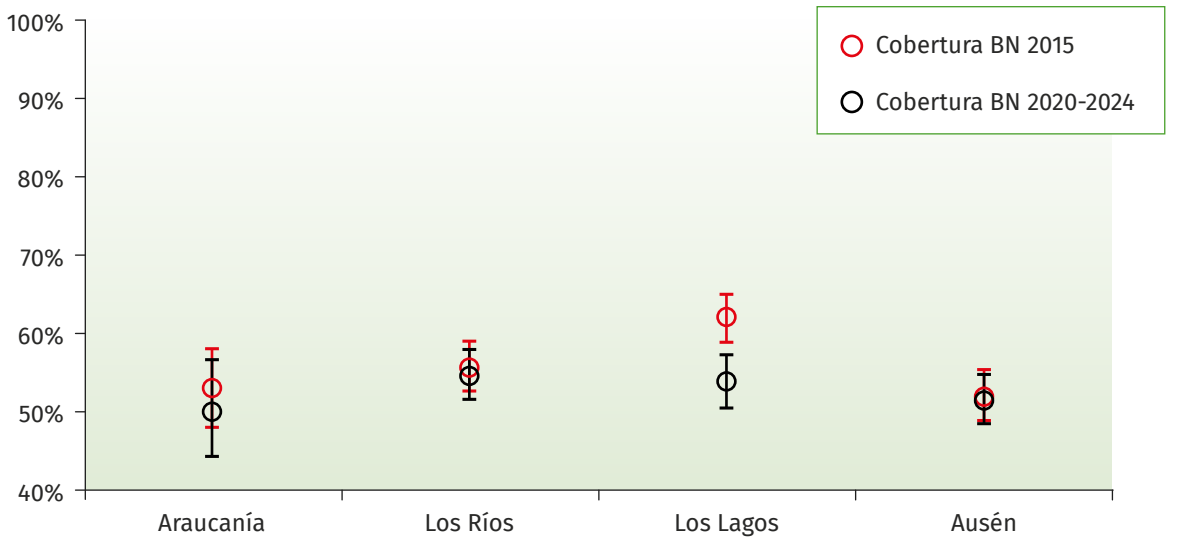


Figura 9
COBERTURA DE BOSQUE NATIVO EN LAS EXPLOTACIONES EN 2015 Y 2020/24
EN LAS REGIONES DE LA ARAUCANÍA, LOS RÍOS, LOS LAGOS Y AYSÉN
(promedio y error estándar)

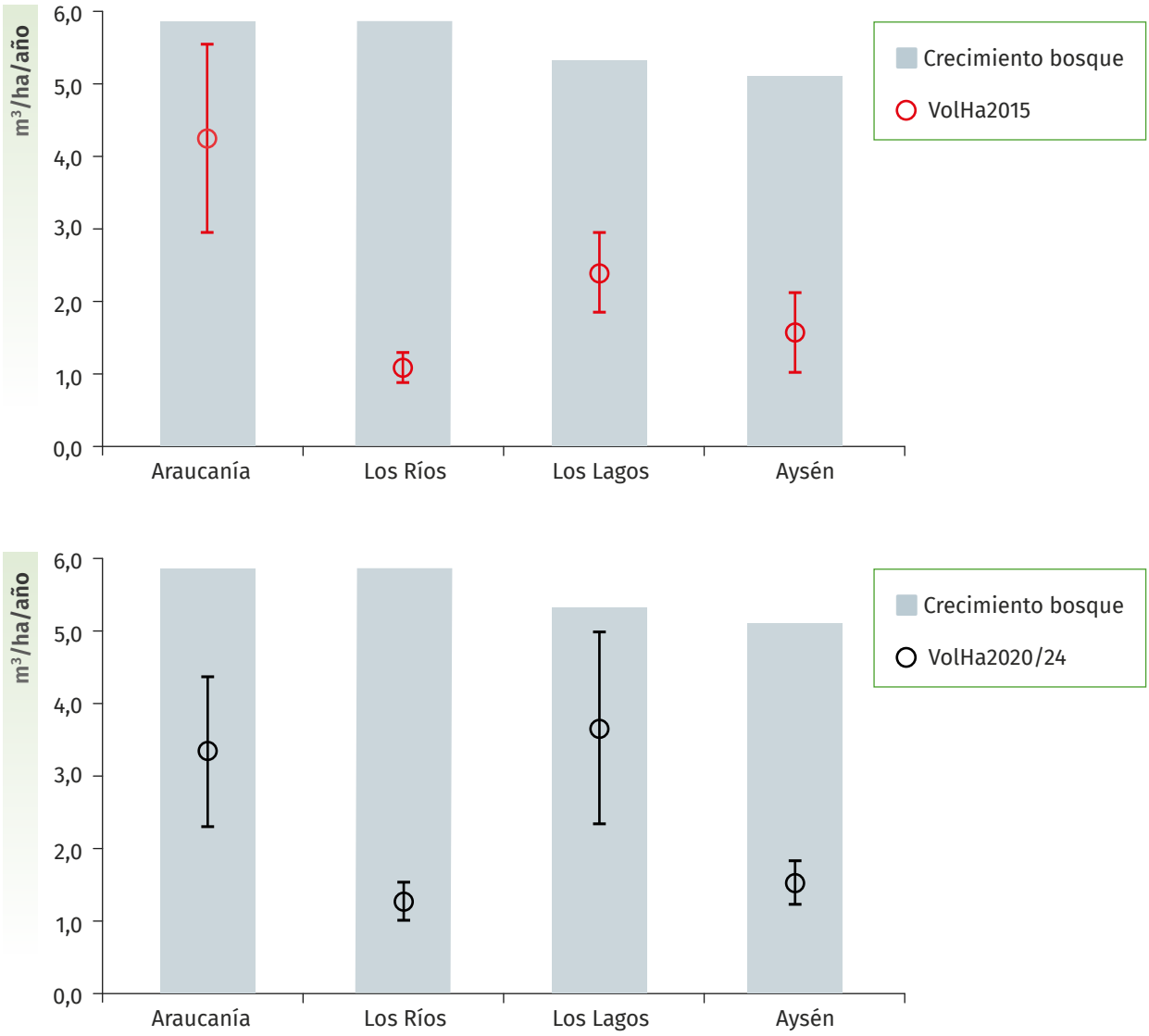
Por otra parte, la cobertura de plantaciones forestales (principalmente pinos y eucalipto) en el área de estudio se mantuvo constante, promediando 3% entre 2015 y 2020/24. A nivel regional, la cobertura de plantaciones forestales disminuyó en la región de La Araucanía del 10% al 5%, y aumentó levemente en las demás regiones: del 4% al 5% en Los Ríos, del 1% al 3% en Los Lagos y del 0% al 1% en Aysén. También aumentó la cobertura de praderas y empastadas, las que cubrían el 27% de la superficie de las explotaciones en 2015, alcanzando el 30% en 2020/24. Sin embargo, este aumento se concentró en las regiones de La Araucanía y Los Lagos. Con respecto a la cobertura de matorrales solo se observaron cambios significativos en la región de Los Lagos, donde aumentaron del 1% al 10% de la superficie de las explotaciones entre 2015 y 2020/24.

- **Extracción Maderera**

La tasa de extracción de madera nativa[4] es menor al crecimiento medio del bosque en todas las regiones, aunque en la región de La Araucanía la magnitud de la variación permite deducir que un porcentaje importante de las explotaciones se está sacando más de lo que el bosque crece (Figura 10). El 90% de las explotaciones que extraen madera del bosque nativo muestran tasas de extracción menores al crecimiento medio del bosque, lo que implica que la demanda de madera nativa en esta zona del país tiene el potencial de ser satisfecha sosteniblemente.

Entre 2015 y 2020/24, la tasa de extracción maderera disminuyó en la región de La Araucanía de 4,3 m^3/ha/año a 3,4 m^3/ha/año, aumentó levemente en la región de Los Ríos (1,1 m^3/ha/año en 2015 a 1,3 m^3/ha/año en 2020/21), aumentó fuertemente en la región de Los Lagos (2,4 m^3/ha/año en 2015 a 3,4 m^3/ha/año en 2021/23) y se mantuvo en la región de Aysén (1,6 m^3/ha/año) (Figura 11). La situación más compleja se observó en la región de Los Lagos, donde la tasa de extracción aumentó en un 53%, lo que es bastante considerando el estado y potencial de crecimiento de esos bosques (buena parte sobre suelos ñadi que tienen una baja productividad).

4 La tasa de extracción maderera se estima dividiendo el volumen de madera nativa que se extrae (leña, trozas, metro ruma, etc.) 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.



(Fuente: elaboración propia en base a base de datos e INFOR, 2016).

Figura 10
EXTRACCIÓN DE MADERA NATIVA (TASA PROMEDIO Y ERROR ESTÁNDAR) EN 2015 (ARRIBA, EN ROJO) Y 2020/24 (ABAJO, EN NEGRO), Y CRECIMIENTO PROMEDIO DEL BOSQUE (COLUMNAS EN GRIS)

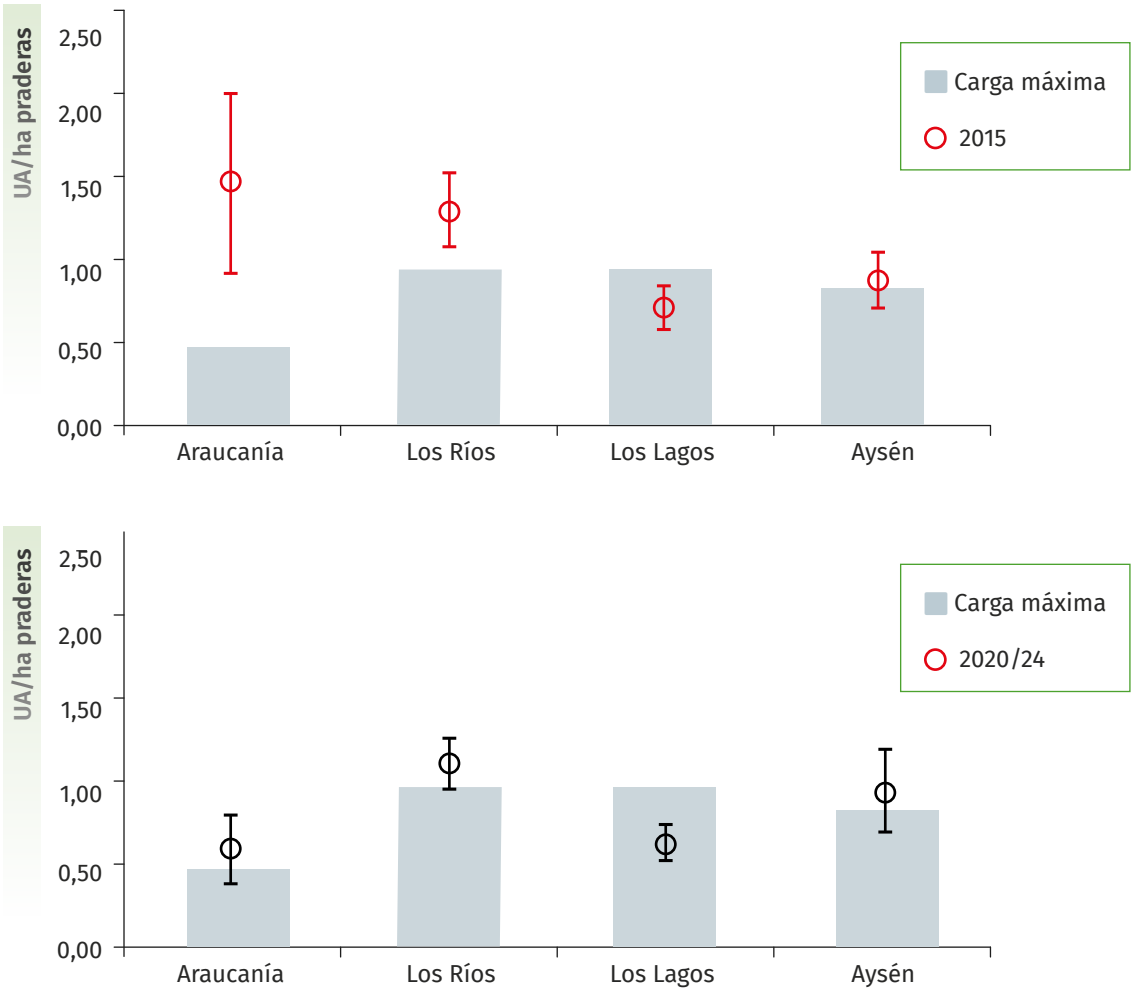
- **Uso Ganadero del Bosque**

En las cuatro regiones estudiadas, la carga ganadera[5] promedio de las explotaciones es mayor a la capacidad de carga[6] de las praderas disponibles (Figura 12). Esto implica que, en promedio, las praderas naturales dentro de las explotaciones no son suficientes para mantener al ganado. Sin embargo, esta estimación no considera el forraje comprado ni aquel que es producido en las explotaciones (empastadas, cultivos forrajeros, praderas mejoradas, etc.), lo que aumenta el forraje disponible y compensa el déficit.

En ambos periodos, el 60% de las explotaciones tienen una carga ganadera que es menor a la capacidad de carga de sus praderas naturales, y el 40% restante tiene una carga mayor. En este último grupo incluso hay explotaciones que no tienen praderas o áreas de pastoreo, pero sí tienen animales, lo que implica que éstos se mantienen de la biomasa que obtienen de bosques y matorrales, y de forraje y suplementos comprados. A nivel regional, la carga ganadera se mantiene relativamente constante en las regiones de Los Ríos, Los Lagos y Aysén, lo que refuerza la idea de que este subsistema productivo es muy estable a través del tiempo. Sin embargo, en la región de La Araucanía la carga ganadera disminuyó fuertemente desde 1,48 UA/ha a 0,6 UA/ha (Figura 11).

5 La carga ganadera se estima dividiendo la cantidad de animales que se crían en las explotaciones, expresada 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.

6 Conversación personal con el profesor Oscar Balocchi, Facultad de Agronomía, Universidad Austral de Chile.



(Fuente: elaboración propia en base a base de datos y conversación personal con el profesor Oscar Balocchi UACh).

Figura 11
CARGA GANADERA DE LAS EXPLOTACIONES (UNIDADES ANIMALES POR HECTÁREA DE PRADERA; PROMEDIO Y ERROR ESTÁNDAR) EN 2015 (ARRIBA EN ROJO) Y 2020/24 (ABAJO EN NEGRO), Y CAPACIDAD DE CARGA DE PRADERAS NATURALES

Discusión

Cambios en la Propiedad y Toma de Decisión en las Explotaciones

Al igual que en los reportes anteriores se observaron cambios en la propiedad de la tierra y en la toma de decisión en las explotaciones. Cuando se trata de personas naturales, buena parte de estos cambios resultaron de la dinámica de sucesión, es decir, de predios que entraron en sucesión debido al fallecimiento de sus dueños, o de predios que salieron de dicho estado (subdivisión y posesión efectiva). Al respecto, es interesante revisar el trabajo de Pablo Neipán (2023), quien estudió los factores que inciden en la parcelación y venta de la tierra, entre los cuales está la herencia. Esto se observó, de hecho, en algunos casos, como consecuencia de la alta demanda de parcelas de agrado, especialmente en la región de Los Lagos (Puerto Montt-Puerto Varas, cuenca del Lago Llanquihue, Carretera Austral y Chiloé) (Zerán, 2019; Barberis, 2023; Latorre, 2023), aunque también está ocurriendo en otras zonas del país (Marchant y Rojas, 2015). En el caso de personas jurídicas, los cambios en el tomador de decisión se deben a la venta de los predios o al reemplazo de administradores.

Hay casos en que las familias optaron por evitar la dinámica de sucesión y subdivisión predial y decidieron crear empresas familiares 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 puede generar cierto desapego de la familia con respecto al predio (Soini *et al*., 2012; BenDor *et al*., 2014; Mullendore *et al*., 2015; Koch *et al*., 2019). Sin embargo, la creación de empresas familiares puede servir también para evitar la fragmentación del paisaje y el deterioro ambiental. Es importante profundizar en esto último, pues existe un creciente interés por proteger los bosques y ecosistemas en general, especialmente por parte de "herederos" urbanos con alto nivel de escolaridad, que no dependen económicamente de las explotaciones.

Este proceso de "empresarización" de la tierra es un fenómeno que se está observando en todo el mundo (Sippel *et al*., 2017), liderado por empresas agrícolas, forestales, mineras, inmobiliarias y fondos de inversión de distinto tipo (incluyendo inversiones verdes). Esta mayor participación de personas jurídicas en la propiedad de la tierra lleva a mayores niveles de "comoditización" de los recursos naturales, donde se prioriza la rentabilidad por sobre otros valores, normalmente sociales o culturales. Esto puede profundizar conflictos sociales ya existentes, o generar nuevos debido al desplazamiento de comunidades, problemas de acceso al agua y áreas de recolección, degradación ambiental (Dell'Angelo *et al*., 2017), y apropiación de tierras reclamadas por comunidades indígenas (Gilbert, 2016; Hak *et al*., 2018), entre otros. Esto es preocupante en regiones como La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos donde existe un proceso de reivindicación territorial que ha tenido episodios especialmente violentos durante los últimos años.

Por otra parte, se observaron cambios en la edad y escolaridad promedio de los tomadores de decisión. Si bien, hubo un aumento en la edad promedio, producto de los nueve años que han transcurrido desde 2015, este aumento no fue lineal, puesto que los nuevos tomadores de decisión son más jóvenes. Este reemplazo de tomadores de decisión fue tan intenso en la región de Aysén, que su edad promedio se mantuvo constante entre 2015 y 2024. En esta región, la compra - venta de predios rurales ha sido muy dinámica durante los últimos años, producto del boom inmobiliario que afecta a todo el sur de Chile. En esta verdadera "fiebre por la tierra" (*land rush* en inglés) grandes empresas inmobiliarias compraron predios baratos para venderlos como parcelas, o como inversión para generar proyectos inmobiliarios o de otro

tipo (ej. conservación) en el futuro. Esto se fortaleció con la pandemia de COVID-19 y la idea de que la Patagonia sería un refugio seguro para enfrentar las próximas "catástrofes que se avecinan" (Núñez *et al*., 2019). Algo similar al concepto de *bunker*, muy extendido en la cultura de Europa y Estados Unidos. Desde ese punto de vista, el fenómeno de las parcelaciones en la Patagonia tiene ribetes un tanto distintos a los observados en la zona de Villarrica-Pucón o en la cuenca del Lago Llanquihue, donde lo que se busca más bien es una segunda vivienda asociada a la posibilidad de teletrabajar y la disponibilidad de aeropuertos bien conectados con Santiago.

Además de ser más jóvenes, los nuevos tomadores de decisión, por lo general, tienen una mayor escolaridad. Al respecto, Reyes (2021) plantea que la escolaridad del tomador de decisión tiene una relación estadísticamente significativa con el ingreso intrapredial. Es decir, la educación sería una herramienta efectiva para generar valor dentro de los predios, sobre cierto umbral de tamaño predial. También se plantea que la escolaridad es una herramienta efectiva en la generación de ingresos extraprediales (redes, oportunidades de negocio, etc.). La escolaridad incide en la aversión al riesgo de los tomadores de decisión (Dohmen *et al*., 2011), es decir, más educación permite enfrentar mejor el riesgo. Saber lidiar con el riesgo les permite a las personas enfrentar mejor 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). En las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Aysén se observó un aumento estadísticamente significativo en la escolaridad promedio de los tomadores de decisión, no así en la región de Los Lagos. En esta última la escolaridad se estancó, a pesar de que un porcentaje de los tomadores de decisión cambió durante el periodo. Esto implica que los nuevos tomadores de decisión no tienen más escolaridad que los anteriores, lo que es preocupante, pues no se estaría acumulando capital humano en las explotaciones (como sí ocurre en las otras regiones). Esto podría estar asociado, en algunos casos, a círculos viciosos de pobreza y deterioro ambiental (*poverty traps)* (Reyes *et al*., 2021).

Por otra parte, en las regiones de La Araucanía y Los Lagos se observó un aumento en la proporción 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 de este" (Moss, 2006). Sin embargo, en otros casos este regreso al campo se asocia a 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 y la percepción de inseguridad en áreas urbanas. Esta neo-ruralidad se asocia a una mayor proporción de explotaciones que tienen regularizada la tenencia de la tierra. Este proceso no se observa en las regiones de Los Ríos y Aysén, donde el porcentaje de tomadores de decisión que residen total o parcialmente en la explotación se mantuvo en torno al 65% y 82% en ambos periodos, respectivamente.

Las cuatro regiones muestran diferencias importantes con respecto a los tomadores de decisión. En la Araucanía y Aysén se observó un fuerte reemplazo de tomadores de decisión y propietarios, lo que se está traduciendo en una mayor participación de empresas en la propiedad de la tierra. En las regiones de la Araucanía, Los Ríos y Aysén este proceso va de la mano de una mayor escolaridad de los tomadores de decisión, no así en la región de Los Lagos donde la escolaridad está estancada, lo que podría tener consecuencias negativas en el uso de los bosques y los recursos naturales en general. En las regiones de la Araucanía y Los Lagos se observa además un proceso incipiente de neo-ruralidad, con un aumento en la proporción de tomadores de decisión que residen en las explotaciones total o parcialmente. La venta de parcelas es uno de los mecanismos que está detrás de estos cambios. En la región de Aysén la compra de tierras ha sido muy intensa, con empresas inmobiliarias y fondos de inversión comprando campos para acumular espacios "naturales" como "refugios o reservas", en un planeta cada vez más agobiado por los conflictos y desastres ambientales.

Cambios en los Sistemas Productivos (extra e intrapredial)

La proporción de explotaciones que generan más del 50% del ingreso total a partir de fuentes extraprediales aumentó del 39% en 2015 al 51% en 2020/24. En promedio, el ingreso extrapredial representó el 45% del ingreso total de las explotaciones en 2015, lo que aumentó al 50% en 2020/24. Por un lado, disminuyó el ingreso proveniente del trabajo asalariado y, por otro, aumentaron los ingresos del trabajo por cuenta propia y las ayudas del Estado. La contracción económica generada por la pandemia afectó el trabajo formal (trabajo asalariado), lo que las personas compensaron con actividades por cuenta propia, retiros de fondos de pensiones, ayudas del Estado, mediérías y otras oportunidades de producción fuera del predio.

En lo que respecta a la actividad intrapredial, en todas las regiones disminuyó la importancia relativa del ingreso generado por el subsistema agrícola, así como el ingreso por "otras actividades" (arriendos, turismo, etc.), y aumentó la importancia de los subsistemas pecuario y forestal. No está clara la razón por la cual disminuyó la importancia del ingreso agrícola, aunque algunos tomadores de decisión reportaron problemas asociados a la sequía y plagas. También hubo problemas con el abastecimiento de fertilizantes y otros insumos, 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 y con ello el ramoneo de los bosques (Reyes, 2021).

La crisis asociada al COVID-19 simplificó los sistemas productivos, concentrando las actividades intraprediales en actividades "más seguras en cuanto al mercado" (carne y leña), y menos exigentes en mano de obra. La masa ganadera se mantuvo bastante estable a pesar de la crisis, lo que refleja en cierta forma el rol financiero que cumple el ganado dentro de las explotaciones (capital de trabajo). Por otra parte, la producción de leña aumentó fuertemente durante el periodo, como consecuencia de una mayor demanda (y precio) asociada al tiempo que las personas pasaron en sus casas, y a los problemas de abastecimiento de otros energéticos. Sin embargo, y a diferencia de lo observado con la ganadería, la extracción maderera demostró ser una actividad menos estable, ya que solo la mitad de los tomadores de decisión que comercializaron madera en un periodo lo hicieron también en el otro (alta intermitencia).

En este periodo hubo una menor diversidad de fuentes de ingresos, lo que se expresó con claridad en el componente "Otros Ingresos", el que cayó con fuerza en todas las regiones (como proporción del ingreso total, pero también significativamente en términos brutos). En las regiones de la Araucanía y Los Ríos se produjo un aumento importante en el ingreso generado por el subsistema forestal, en torno a recursos exóticos en La Araucanía y al bosque nativo en Los Ríos, mientras que el subsistema pecuario se mantuvo estable. En las regiones de Los Lagos y Aysén aumentó la importancia del ingreso forestal (extracción de madera nativa), y en la región de Aysén también aumentó considerablemente el ingreso generado por venta de ganado. Es decir, ante una crisis como la vivida en 2020 y 2021, los sistemas productivos se volvieron menos diversificados, cayó el ingreso agrícola y aumentó la importancia de los ingresos pecuario y forestal. El ingreso forestal, sin embargo, tiende a fluctuar mucho más que el ingreso pecuario.

Cambios en los Predios y en el Uso de los Bosques

En lo que respecta a las explotaciones (predios), no se observaron cambios relevantes en términos de superficie, aunque algunos predios fueron parcelados durante el periodo (están en venta o fueron vendidos). Por otra parte, la superficie cubierta por bosque nativo dentro de las explotaciones cayó del 60% al 56%, aunque esta disminución se concentró en la región de Los Lagos donde se redujo del 67% al 57% (en el resto

de las regiones el cambio no fue estadísticamente significativo). Al mismo tiempo, se observó un aumento en la cobertura de praderas y matorrales. En la región de Los Lagos, donde se concentraron estos cambios, la cobertura de praderas aumentó del 28% al 36% entre 2015 y 2020/24. Según Martínez *et al*. (2024) este aumento en la superficie de praderas se asocia a una mayor superficie de empastadas y praderas mejoradas, en respuesta a la necesidad de contar con más forraje para el ganado. La sequía y las olas de calor estarían reduciendo la productividad de las praderas naturales, lo que implica que los agricultores tienen que suplementar la alimentación de los animales (forrajear) por un periodo más largo. Esto afecta más a predios que están en manos de personas naturales, que a aquellos que están en manos de empresas, y que cuentan con más recursos para regar praderas, hacer empastadas y comprar forraje y otros suplementos.

Por otra parte, se observó que 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 2020/24. Buena parte de las explotaciones tienen una carga ganadera que supera ampliamente el forraje disponible, lo que, sumado al hecho de que la ganadería es un componente bastante estable del sistema productivo, implicaría una presión fuerte y permanente sobre el predio. El bosque nativo es uno de los ecosistemas que más se reciente con el sobrepastoreo, pues muchos de los tomadores de decisión reconocen que utilizan el bosque para proteger y alimentar a los animales durante el año, con el consiguiente deterioro de la regeneración arbórea.

Además, durante este periodo se vio un aumento en la extracción de madera para leña, lo que se debió al crecimiento demográfico, pero también a una mayor demanda de leña asociada a la pandemia (uso más intenso de la vivienda; Gelvez-Pelaez, 2023). Sin embargo, la tasa de extracción de madera nativa se mantuvo bajo la tasa de crecimiento del bosque en todas las regiones (promedio y error estándar), aunque en La Araucanía y Los Lagos se observó una alta variabilidad (error estándar). Esto indica que en muchos predios se está talando el bosque por sobre su capacidad de recuperación. Si se considera que este análisis asume un escenario bastante optimista para el manejo de bosques, en el cual existe buen acceso al bosque y posibilidades de recuperación después de las intervenciones (cosa que no ocurre en muchos predios debido al sobrepastoreo), la alta variabilidad en la tasa de extracción observada en La Araucanía y Los Lagos dan cuenta de una situación bastante preocupante.

Adicionalmente, Urrutia-Jalabert *et al*. (2021) plantean que los bosques estarían creciendo menos debido al cambio climático (periodos más extensos de sequía, plagas, etc.), lo que haría más complejo el balance entre crecimiento del bosque (aumento de biomasa) y extracción maderera (menos crecimiento, más extracción maderera). Las plantaciones forestales, en tanto, se consolidaron como un complemento en la producción forestal, especialmente en las regiones de La Araucanía y Los Ríos, y en menor medida en la región de Los Lagos (provincia de Osorno, principalmente). En general, el subsistema forestal, que incluye a bosques nativos y plantaciones forestales, es menos estable que el subsistema ganadero, lo que implica que hay periodos en los cuales el bosque no se explota. Esta intermitencia en la extracción maderera fue reportada por Reyes *et al*. (2018), y le permitiría al bosque cierta recuperación (periodos de descanso para el bosque).

Conclusiones

El periodo comprendido entre el primer (año 2015) y segundo (2020/24) ciclo de mediciones del componente socioeconómico del Inventario Forestal Nacional, en las regiones de La Araucanía (mediciones 2015 y 2024), Los Ríos (2015 y 2020/21), Los Lagos (2015 y 2021/23) y Aysén (2015 y 2022/24), coincidió con la pandemia de COVID19. La pandemia generó un disturbio social sin precedentes, el cual no brindó una oportunidad única: ver cómo cambian los sistemas productivos y cómo estos pueden afectar a los bosques. Además, la pandemia aceleró procesos que estaban en marcha, como el fenómeno de las parcelaciones y la compra de predios por parte de fondos de inversiones y otras empresas e instituciones ("empresarización" de la propiedad de la tierra).

Esta empresarización ha ido de la mano con una migración incipiente de habitantes urbanos que buscan vivir en espacios rurales. Esta población "neo-rural" está generando impactos sociales, ambientales y económicos que no han sido estudiados adecuadamente. En la región de Aysén se observó un proceso muy intenso de compra de predios por parte de inversionistas (especuladores inmobiliarios), destacando sus cualidades como refugio natural, mientras que en las regiones de La Araucanía y Los Lagos aumentó fuertemente el mercado de las parcelas con fines residenciales (primera o segunda vivienda). En la región de Los Lagos, se observa un estancamiento en la escolaridad de los tomadores de decisión, lo que puede transformarse en un problema en el largo plazo. El eje Puerto Montt-Chiloé se ha ido consolidando en un polo de actividad económica que atrae a mucha gente, aumentando la presión sobre los ecosistemas (demanda de leña, parcelas, etc.). De hecho, la región de Los Lagos es la única que muestra una reducción significativa en la cobertura de bosque nativo de los predios durante el periodo.

Desde un punto de vista productivo, la pandemia implicó una mayor dependencia de ingresos extraprediales, especialmente de ingresos por cuenta propia y ayudas estatales. Los salarios perdieron importancia, lo que deja en evidencia el impacto de la pandemia en el cierre de empresas y faenas. La pandemia implicó además una menor diversificación de los sistemas productivos. Por un lado, el subsistema agrícola perdió fuerza, así como también "otros ingresos" (turismo, arriendos, etc.), mientras que los subsistemas ganadero y forestal aumentaron su importancia relativa. En el caso del subsistema ganadero, el aumento ocurrió dentro de ciertos márgenes, manteniéndose una carga ganadera que en promedio está por sobre la capacidad de carga de las praderas. En el caso del subsistema forestal, el aumento fue significativo, y probablemente muchos predios talaron a un ritmo mayor de lo que el bosque crece. Sin embargo, a diferencia del subsistema ganadero, la tala de bosque es cíclica. De hecho, solo la mitad de los productores que vendieron madera nativa en 2015 lo hicieron también en 2020, y al revés.

Es importante señalar que, junto con la presión ejercida por la demanda de leña, el país está sufriendo las consecuencias del cambio climático, lo que está generando problemas en el subsistema agrícola y aumentando la demanda de forraje (periodo de forrajeo más largo), y con ello la 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. Esto implica que la presión sobre la regeneración arbórea, y en general sobre los bosques, que impide su adecuada recuperación, va a seguir estando presente. Algo similar va a seguir ocurriendo con la demanda de leña, aunque la naturaleza cíclica de su producción es una oportunidad que podría aprovecharse mejor para invertir en la recuperación de los bosques.

Referencias

Amacher, G.A., Hyde, W.F., 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., 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., Schmitz, M. (2021). Impacto socio-ecológico de 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. (2023). 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. https://doi.org/10.1057/s11369-020-00184-2

Dell'Angelo, J., D'Odorico, P., Rulli, M.C. (2017). Threats to sustainable development posed by land and water grabbing. Current Opinion in Environmental Sustainability 26–27, 120-128. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.07.007

Dewees, 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., 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

Gelvez-Pelaez, X. (2023). Análisis de la relación entre ingresos extraprediales provenientes de la industria acuícola con los usos del bosque nativo en pequeñas propiedades rurales de Chiloé. Tesis de Magister Desarrollo Rural. Facultad de Agronomía, Universidad Austral de Chile. 64 p.

Gilbert, J. (2016). Land grabbing, investors, and indigenous peoples: new legal strategies for an old practice? Community Development Journal 51(3), 350–366. https://doi.org/10.1093/cdj/bsv025

Hak, S., McAndrew, J., Neef, A. (2018). Impact of Government Policies and Corporate Land Grabs on Indigenous People's Access to Common Lands and Livelihood Resilience in Northeast Cambodia. Land 7(4), 122. https://doi.org/10.3390/land7040122

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

Heltberg, R., Arndt, T.C., 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 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., 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. (2023). 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

Martínez, A., Reyes, R., Nelson, H. (2024). How risk attitudes inform perceptions of climate change impacts and adaptation: Insights from small forest and landowners in Southern Chile. Trees, Forests and People. *In press*.

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., 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.

Neipán, P. (2023). Parcelaciones en la Provincia de Llanquihue: Transformaciones rurales hacia la multifuncionalidad desde propietarios/usufructuarios de bosque nativo. Tesis Magister de Desarrollo Rural, Universidad Austral de Chile.

Núñez, A., Miranda, F., Aliste, E., Urrutia, S. (2019). Conservacionismo y desarrollo sustentable en la geografía del capitalismo: negocio ambiental y nuevas formas de colonialidad en Patagonia-Aysén. (Las) Otras geografías en Chile. Perspectivas sociales y enfoques críticos. Ciencias sociales y humanas.

Reyes, R., Nelson, H., 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., 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., Schueftan, A. (2023). 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 OCDM. Instituto Forestal, Chile. p. 34.

Rojas, F., Betancourt, R., 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

Sippel, S.R., Larder, N., Lawrence, G. (2017). Grounding the financialization of farmland: perspectives on financial actors as new land owners in rural Australia. Agric Hum Values 34, 251–265. https://doi.org/10.1007/s10460-016-9707-2

Soini, K., Vaarala, H., 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.

Urrutia-Jalabert, R., Barichivich, J., Rozas, V., Lara, A., Rojas, Y., Bahamondez, C., Rojas-Badilla, M., Gipoulou-Zuñiga, T., Cuq, E. (2021). Climate response and drought resilience of *Nothofagus obliqua* secondary forests across a latitudinal gradient in south-central Chile. Forest Ecology and Management 485, 118962. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118962.

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, el COVID-19 y "el desborde inverso". Revista de Sociología 30, 119–138. doi.org/10.15381/rsoc.v0i30.18909

6

Biodiversidad

INSTITUTO
FORESTAL

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 se priorizó el levantamiento de datos de biodiversidad de artrópodos en las regiones Valparaíso, Metropolitana y O´Higgins. 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 necesaria 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).

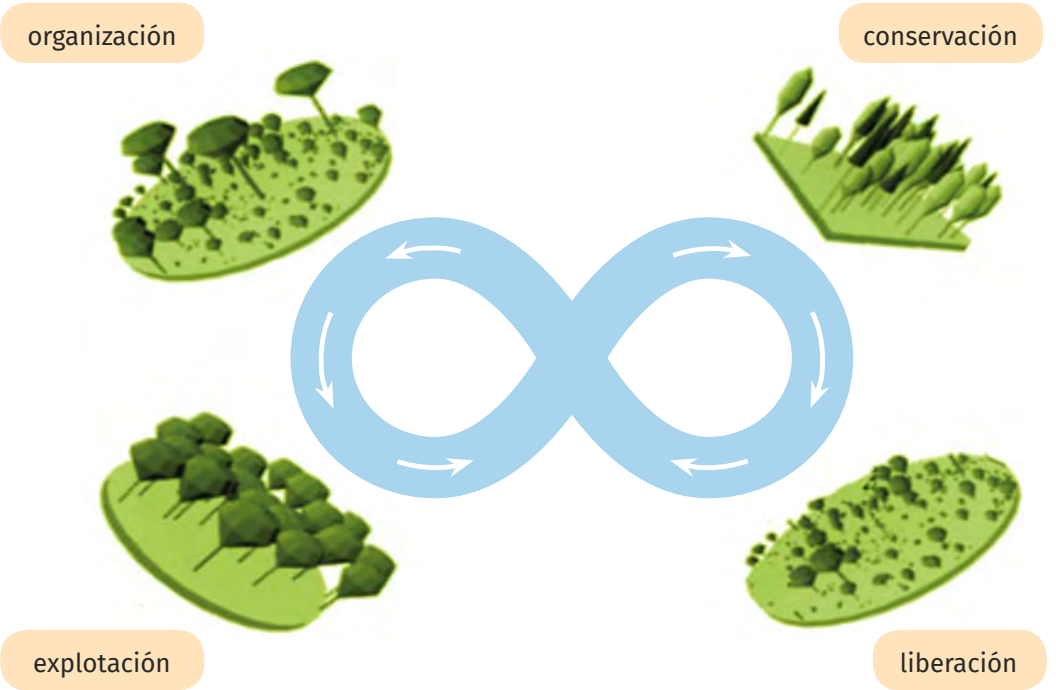


Figura 1
ESTADIOS CARACTERÍSTICOS DEL CICLO DE HOLLING

En este ciclo el flujo de materia-energía produce condiciones ambientales tales que, dependiendo de cuánta 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.

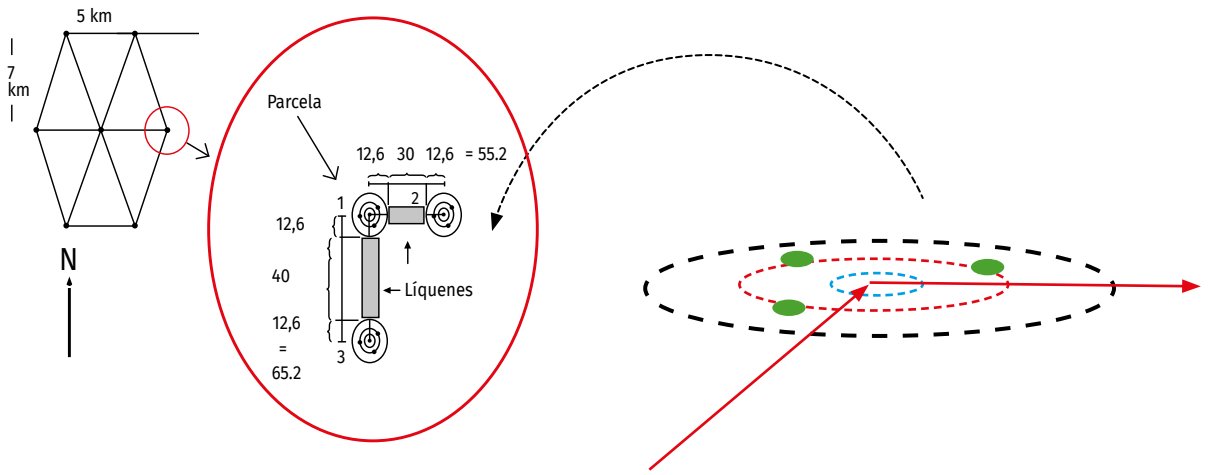


Figura 2
DISPOSICIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA DEL INVENTARIO FORESTAL CONTINUO

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 redunda 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.

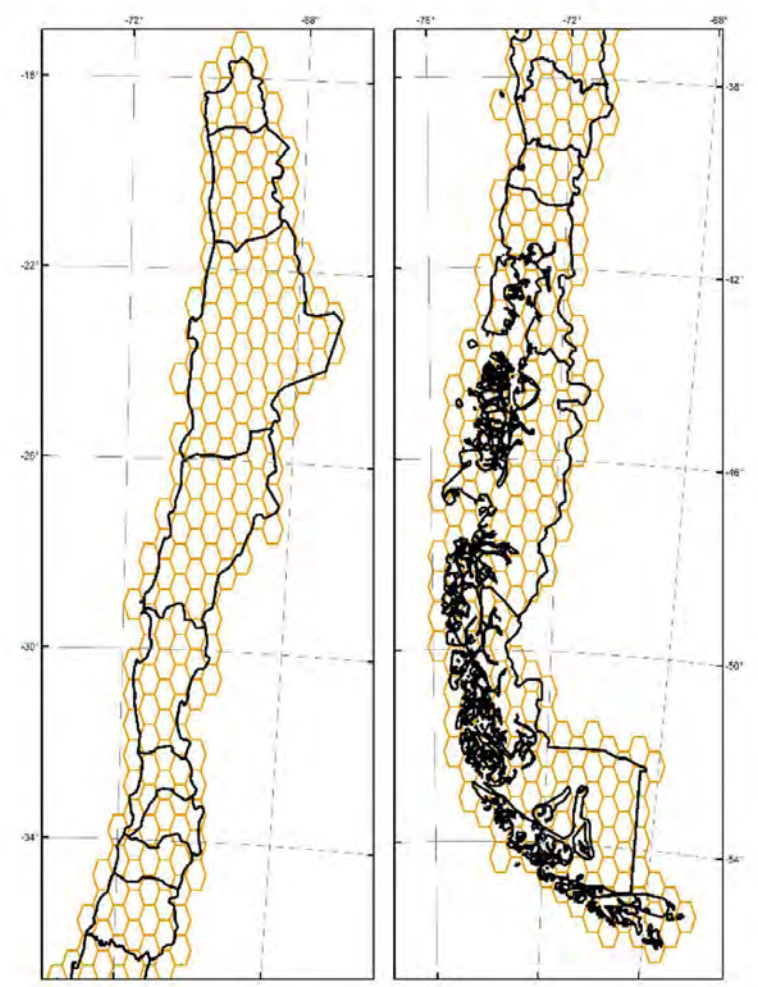


Figura 3
MALLA DE UNIDADES MUESTRALES DE BIODIVERSIDAD

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 las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O´Higgins con una muestra total de 20 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 las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O´Higgins.

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 20 puntos de muestreo en diversos puntos en la 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).

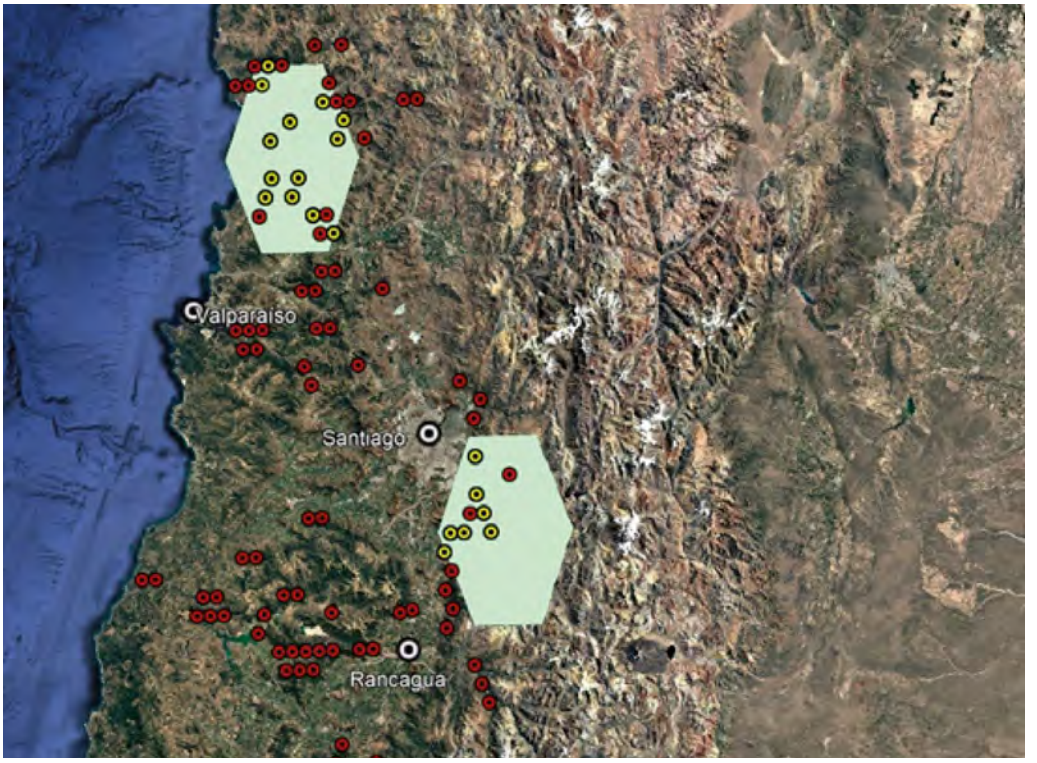


Figura 4
LOCALIZACIÓN DE LOS CONGLOMERADOS DE ECOSISTEMAS TERRESTRES EN LAS REGIONES DE VALPARAÍSO, METROPOLITANA Y O´HIGGINS, FASE 8. EN ROJO CONGLOMERADOS TOTALES PARA DICHAS REGIONES. EN AMARILLO CONGLOMERADOS SELECCIONADOS (MUESTREADOS) PARA EL MUESTREO DE ARTRÓPODOS TERRESTRES. POLÍGONOS REPRESENTAN UNIDADES HEXAGONALES SELECCIONADAS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.

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

Tipo	Descripción
Identificación de la Unidad	Identifica el número del Conglomerado al que pertenece y la brigada a cargo de los datos.
Coordenadas	Coordenadas UTM con 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 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 dominado 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 m^2. 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.

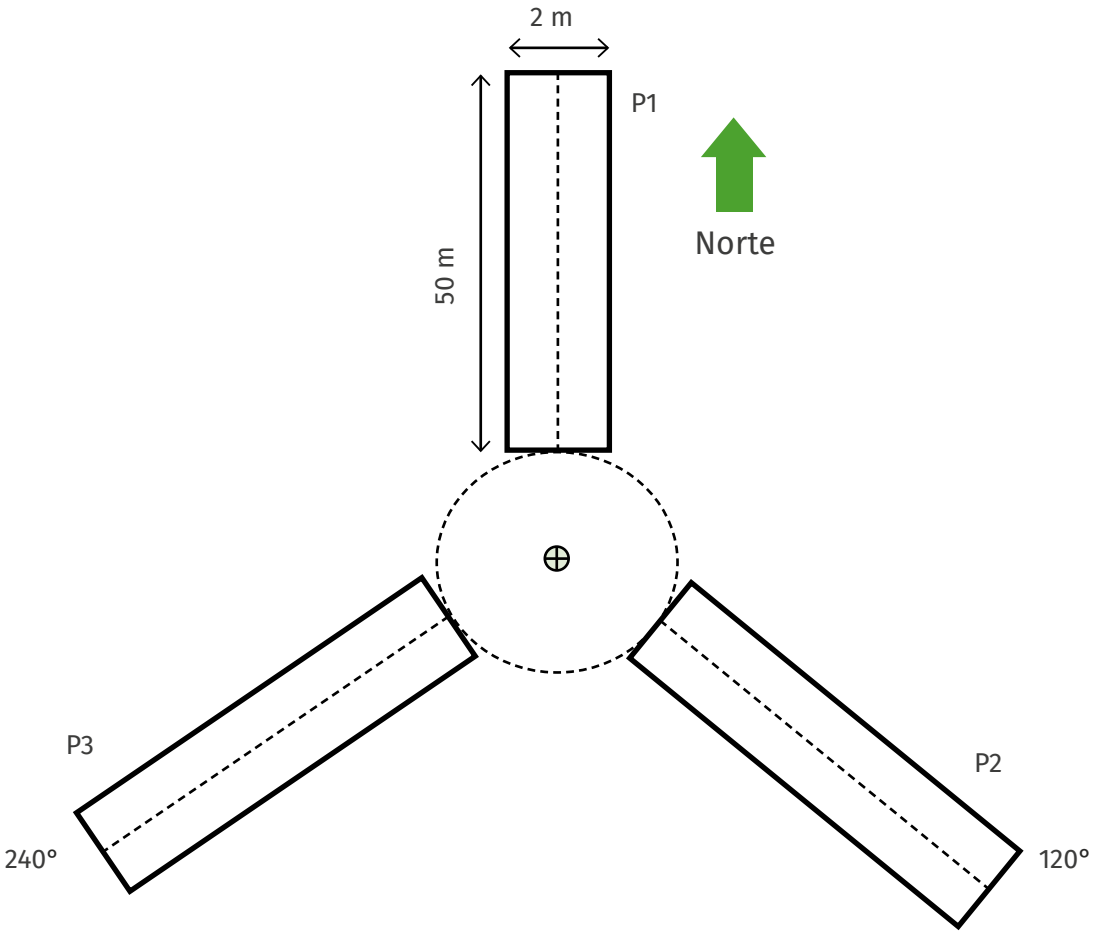


Figura 5
DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE LAS PARCELAS DE MUESTREO

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.

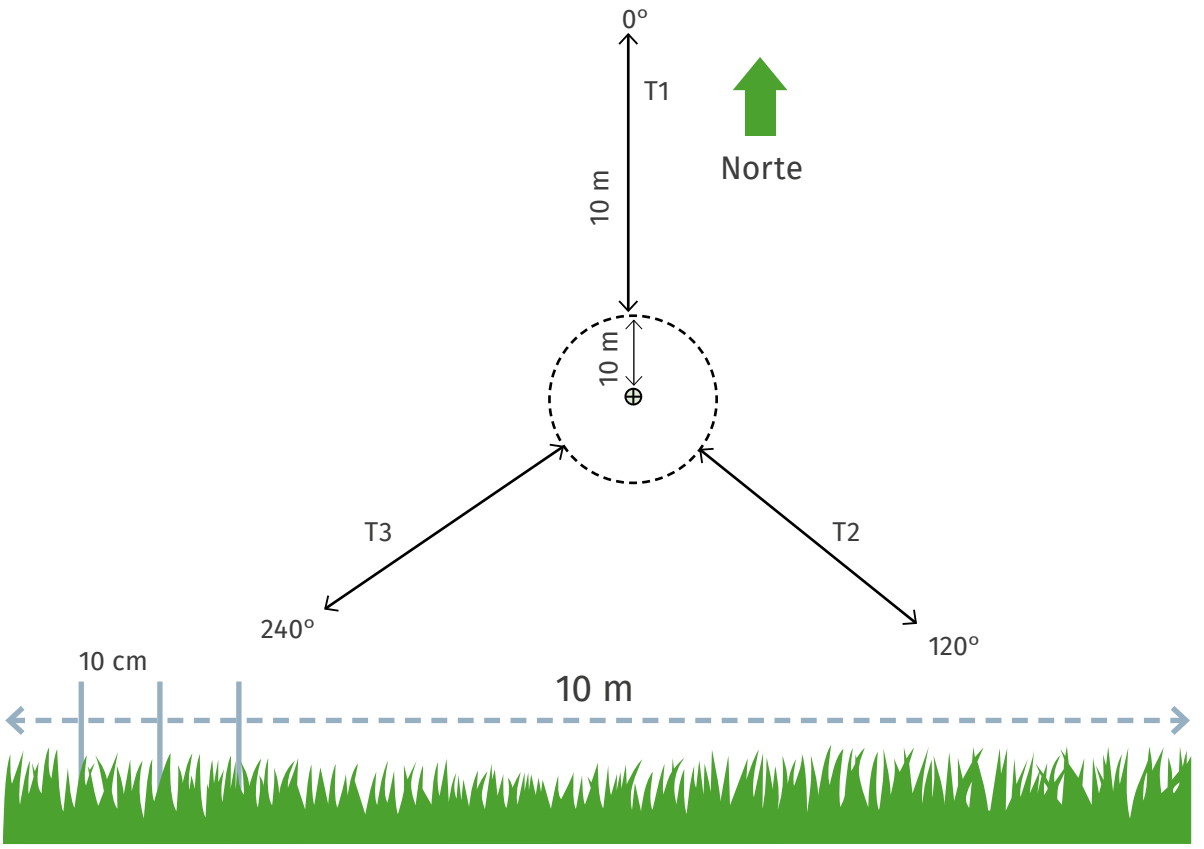


Figura 6
DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO Y ESQUEMA DEMOSTRATIVO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO POINT QUADRAT

Basado en los diseños antes descritos, se medirán y registrarán las siguientes variables sobre 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 especificados.
Intensidad del Daño	Describe el grado de daño o enfermedad presentado por el individuo Estos son: Bajo; Medio; Alto; Severo.

- **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.

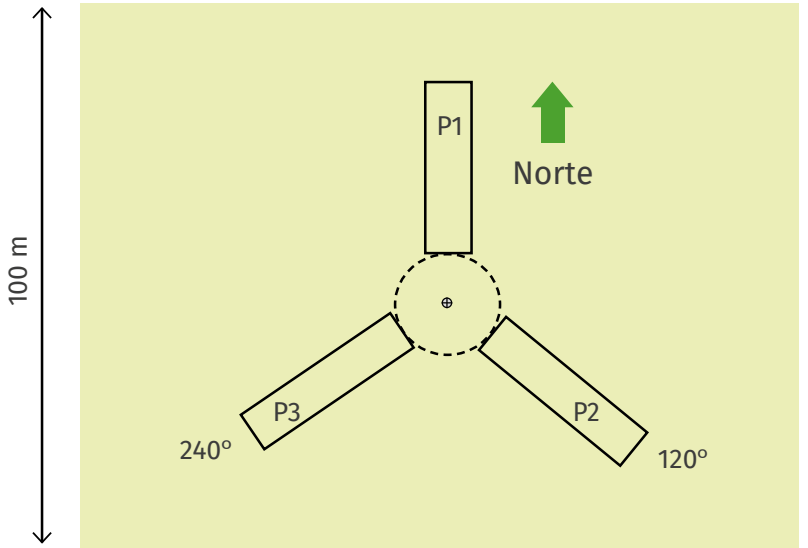


Figura 7
DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE BÚSQUEDA DE FLORA POR PUNTO DE MUESTREO

- **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 Croma.
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.
Rocosidad	Porcentaje de afloramiento rocosos.
Condición de Humedad	Tres condiciones básicas se aplicarán para esta variable: 1. Seco, 2. Húmedo y 3. Saturado.

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).

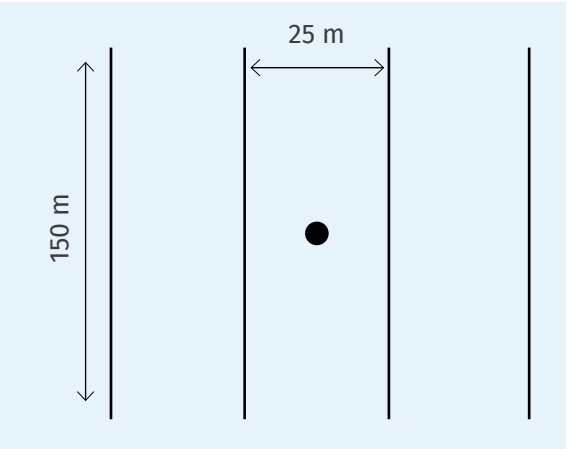


Figura 8
ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA ANFIBIOS Y REPTILES

- **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).

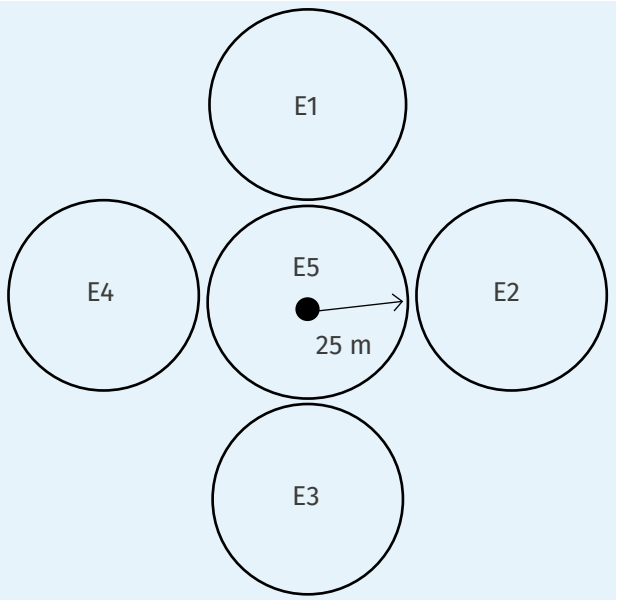


Figura 9
ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA AVES

- **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.

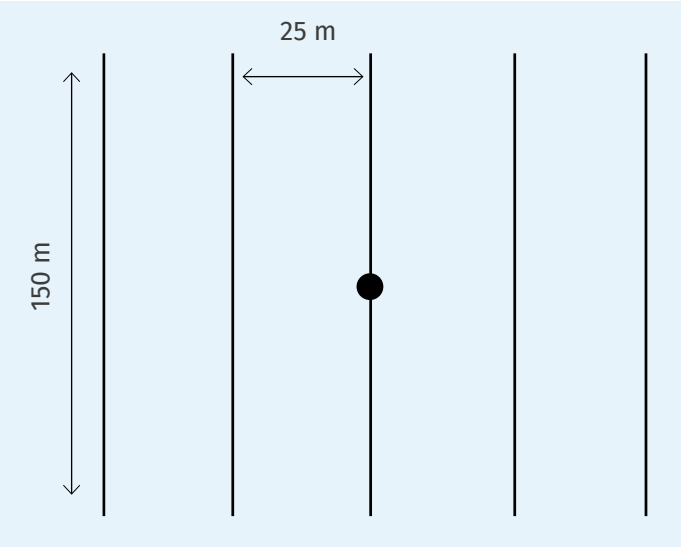


Figura 10
ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA MICROMAMÍFEROS

- **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 trampas 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 trabajara 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.

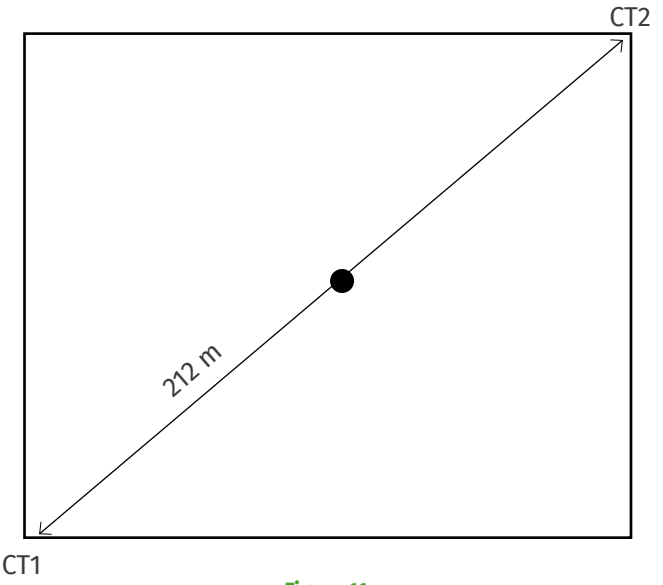


Figura 11
ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA MACRO MAMÍFEROS

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.

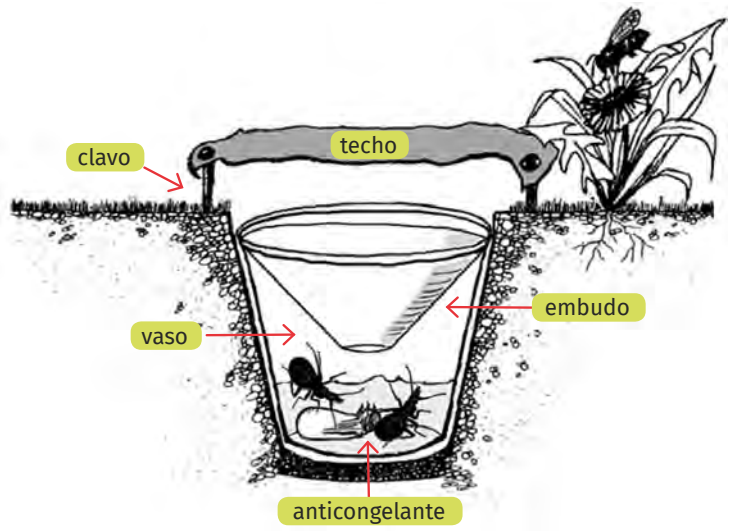


Figura 12
ESQUEMA TRAMPA DE CAÍDA *PITFALL*

- **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).

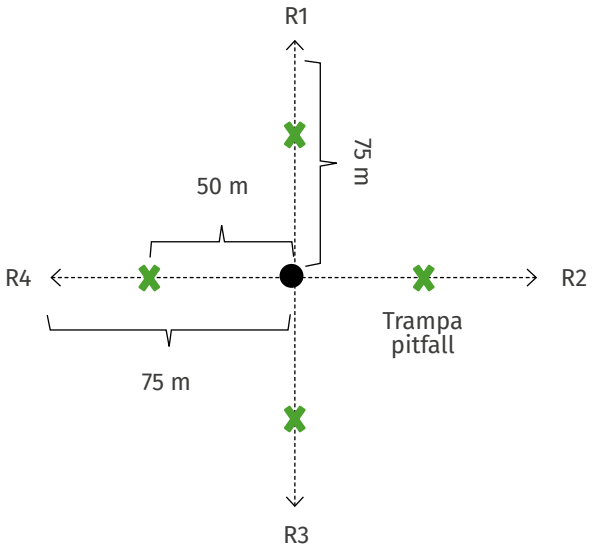


Figura 14
DIAGRAMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA ARTRÓPODOS

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).

Figura 15
DIFERENTES METODOLOGÍAS DE MUESTREO DE ARTRÓPODOS TERRESTRES EN INVENTARIO DE BIODIVERSIDAD -FASE 8. (A) COLECTAS NOCTURNAS CON LUZ UV Y VISTA FRONTAL DE *Bothriurus coriaceuS* POCOCK, 1893 (SCORPIONES: BOTHRIURIDAE) EN CONGLOMERADO 50113 (REGIÓN DE VALPARAÍSO), (B) COLECTAS CON TRAMPA DE LUZ EN BOSQUE NATIVO EN CONGLOMERADO 50206 (REGIÓN DE VALPARAÍSO), (C) COLECTAS CON TRAMPA DE LUZ EN BOSQUE NATIVO EN CONGLOMERADO 52437 (PN RÍO CLARILLO, REGIÓN METROPOLITANA).

Figura 16
DIFERENTES METODOLOGÍAS DE MUESTREO DE ARTRÓPODOS TERRESTRES EN EL INVENTARIO DE BIODIVERSIDAD-FASE 8. (A) DETALLE DE UNA TRAMPA DE INTERCEPCIÓN (*PITFALL TRAPS*) OPERATIVA EN BOSQUE NATIVO EN CONGLOMERADO 50206 (REGIÓN DE VALPARAÍSO), (B) DETALLE DE UNA TRAMPA DE INTERCEPCIÓN OPERATIVA EN BOSQUE NATIVO EN CONGLOMERADO 50306 (REGIÓN DE VALPARAÍSO), (C) DETALLE DE UNA TRAMPA DE INTERCEPCIÓN OPERATIVA EN BOSQUE NATIVO EN CONGLOMERADO 52437 (PN RÍO CLARILLO, REGIÓN METROPOLITANA), D) RETIRO, ENVASADO Y ETIQUETADO DE TRAMPAS DE INTERCEPCIÓN EN CONGLOMERADO 50015 (REGIÓN DE VALPARAÍSO).

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-Affilastro (2002, 2005), Mattoni y Acosta (2006), Ojanguren-Affilastro y Ramírez (2009), Ojanguren-Affilastro y Kovarík (2013) y Ojanguren-Affilastro *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-Tuñon (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

El grupo de artrópodos realizó una única campaña de terreno (06-20 diciembre de 2023). Todos los muestreos de artrópodos terrestres planificados se realizaron con éxito, cumpliendo con el muestreo en 20 conglomerados programados para el periodo.

Identificación de Conglomerados

Se tomaron fotografías panorámicas de cada conglomerado, según formato pre-establecido (2017-2022) (Fotografías al final). Todos los conglomerados muestreados corresponden a ambientes de bosque nativo secundario y matorral esclerófilo.

Principales Hallazgos y Nuevas Especies

El Inventario de biodiversidad VIII-Artrópodos destaca importantes descubrimientos, entre los cuales se encuentran 14 nuevas especies de artrópodos terrestres y 4 géneros nuevos, hallados en las regiones de Valparaíso y Metropolitana.

Estos resultados representan un avance significativo en el conocimiento de la biodiversidad de estos ecosistemas, contribuyendo de manera destacada a la comprensión de un grupo taxonómico aún poco estudiado.

De los 18.650 individuos colectados, se identificaron 693 especies que pertenecen a 28 órdenes y 196 familias, siendo los insectos el grupo más representado (Cuadro 4). Este hallazgo no solo amplía el registro de especies para la región, sino que también incluye la identificación de nuevas entidades taxonómicas, lo que reafirma la importancia de realizar inventarios exhaustivos.

Las nuevas especies, principalmente asociadas a ambientes de bosque nativo secundario, resaltan la relevancia de estos ecosistemas como refugios de biodiversidad. Entre los hallazgos más destacados se encuentran *Molinaranea* sp. n. (Araneidae), *Segestrioides* sp. n. (Diguetidae) y un nuevo género de la familia Gnaphosidae, junto con *Theridion* gen. n. (Theridiidae), que aportan al conocimiento de la fauna arácnida, un grupo poco estudiado en estas regiones.

Además, se documentaron nuevas especies de escorpiones, solífugos y pseudoscorpiones, lo que amplía considerablemente la base de datos sobre estos artrópodos, cuya ecología y distribución son desconocidas en estos ecosistemas.

Estos descubrimientos refuerzan la relevancia taxonómica de los inventarios de biodiversidad, ya que permiten llenar vacíos en el conocimiento científico de los artrópodos en Chile. El hecho de haber encontrado nuevas especies y géneros subraya la importancia de continuar explorando y documentando la diversidad biológica de estos grupos, especialmente en áreas donde la presión humana y el cambio climático amenazan los ecosistemas nativos.

Los resultados obtenidos en este proyecto proporcionan una base científica fundamental para apoyar futuras políticas de conservación y manejo de la biodiversidad regional, reafirmando la necesidad de proteger hábitats específicos que albergan especies no descritas previamente.

Especies Nuevas y sus Implicancias en la Biodiversidad

El descubrimiento de nuevas especies tiene un impacto profundo y multifacético en diversos ámbitos científicos, ecológicos y sociales.

En primer lugar, i) Estos hallazgos representan un avance significativo en el conocimiento científico, ya que permiten llenar vacíos importantes sobre la biodiversidad global. Cada nueva especie descubierta aporta información clave sobre la evolución y adaptación de los organismos a su entorno, así como sobre las relaciones filogenéticas entre distintas especies. En el caso de grupos poco estudiados, como los artrópodos, estos descubrimientos enriquecen el entendimiento de la diversidad biológica y pueden revelar comportamientos o interacciones ecológicas inéditas.

ii) Desde un punto de vista ecológico, la identificación de nuevas especies es crucial para la conservación de los ecosistemas. Conocer la existencia de especies previamente desconocidas permite diseñar estrategias de protección más adecuadas, sobre todo en hábitats amenazados por la actividad humana o el cambio climático. Muchas de estas especies pueden estar en peligro y su descubrimiento destaca la urgencia de conservar los ecosistemas donde habitan. Además, estos hallazgos subrayan la importancia de preservar áreas de alto valor ecológico, como los bosques nativos secundarios, que han demostrado ser refugios de biodiversidad aún desconocida.

iii) El impacto del descubrimiento de nuevas especies también se extiende a la evaluación de la salud de los ecosistemas. Muchas veces, estas especies recién identificadas pueden ser bioindicadores, lo que significa que su presencia o ausencia puede ofrecer información valiosa sobre la calidad ambiental de un lugar. De esta forma, el estudio de estas especies permite monitorear y evaluar mejor el estado de conservación de los ecosistemas y tomar medidas adecuadas para su protección.

iv) En términos económicos y biotecnológicos, las nuevas especies pueden tener aplicaciones significativas. Algunos artrópodos, por ejemplo, producen compuestos bioquímicos que pueden ser utilizados en la medicina o la agricultura. Esto abre nuevas oportunidades en el campo de la biotecnología, donde los descubrimientos pueden llevar al desarrollo de nuevos medicamentos o tecnologías de control de plagas, beneficiando tanto a la sociedad como a la industria.

Finalmente, v) El descubrimiento de nuevas especies también tiene un importante impacto en la educación y la sensibilización pública.

Cada nuevo hallazgo refuerza la necesidad de proteger la biodiversidad y genera un mayor interés en la conservación de la naturaleza.

Además, estos descubrimientos ayudan a movilizar recursos y esfuerzos tanto de instituciones científicas como de la sociedad en general para investigar y preservar los ecosistemas en vulnerables y en riesgo.

Cuadro 5
NUEVAS ESPECIES DE ARTRÓPODOS TERRESTRES IDENTIFICADAS PARA EL ÁREA ESTUDIADA EN EL INVENTARIO DE BIODIVERSIDAD - FASE 8.

Clase	Orden	Familia	Especie
Arachnida	Araneae	Araneidae	*Molinaranea* sp. n.
Arachnida	Araneae	Diguetidae	*Segestrioides* sp. n.
Arachnida	Araneae	Gnaphosidae	Gnaphosidae gen. n.
Arachnida	Araneae	Theridiidae	*Theridion* gen. n.
Arachnida	Araneae	Uloboridae	*Sybota* sp. n.
Arachnida	Araneae	Zodariidae	*Cybaeodamus* sp. n.
Arachnida	Pseudoscorpiones	Chernetidae	Chernetidae n. sp.
Arachnida	Scorpiones	Bothriuridae	Bothriuridae gen. n.
Arachnida	Scorpiones	Bothriuridae	*Brachistosternus* sp. n.
Arachnida	Scorpiones	Bothriuridae	*Urophonius* sp. n.
Arachnida	Solifugae	Daesiidae	*Ammotrechelis* sp. n.
Arachnida	Solifugae	Mummuciidae	aff. *Mummucia* sp. 1
Arachnida	Solifugae	Mummuciidae	Mummuciidae gen. n.

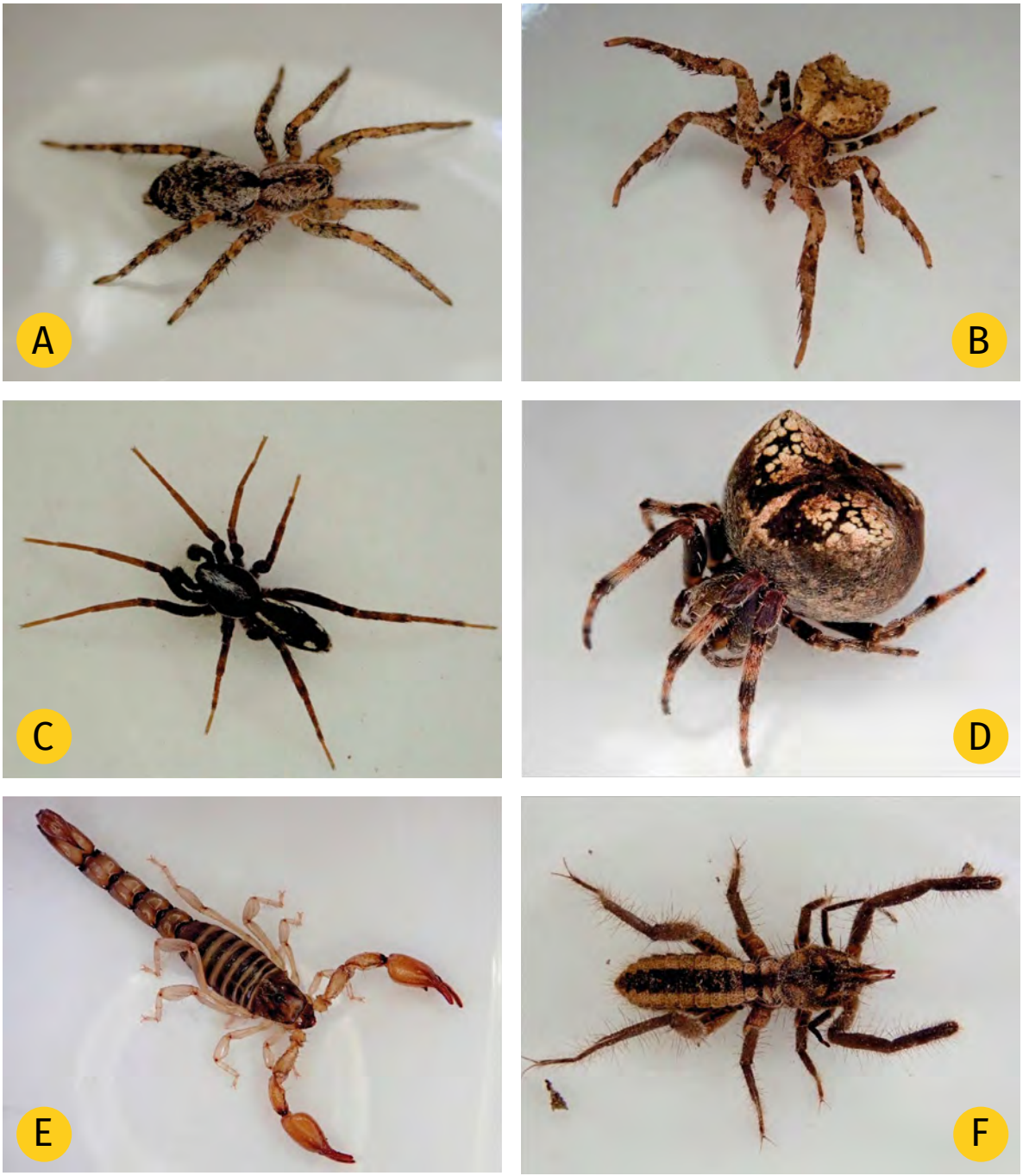


Figura 17
ALGUNAS ESPECIES DE ARTRÓPODOS (CHELICERATA; ARACHNIDA) REGISTRADAS EN LA CAMPAÑA DEL INVENTARIO DE BIODIVERSIDAD-FASE 8. (A) *SANOGASTA GR. MACULOSA* (NICOLET, 1849) EN CONGLOMERADO 50113 (REGIÓN DE VALPARAÍSO), (B) *COENYPHA* SP. (ARANEAE: THERIDIIDAE) EN CONGLOMERADO 50206 (REGIÓN DE VALPARAÍSO), (C) *COPTOPREPES CAMPANENSIS* RAMÍREZ, 2003 (ARANEAE: ANYPHAENIDAE) EN CONGLOMERADO 50598 (REGIÓN DE VALPARAÍSO), (D) *MOLINARANEA* SP. N. (ARANEAE: ARANEIDAE) EN CONGLOMERADO 52439 (REGIÓN METROPOLITANA), (E) *BOTHRIURUS CORIACEUS* POCOCK, 1893 (SCORPIONES: BOTHRIURIDAE) EN CONGLOMERADO 50113 (REGIÓN DE VALPARAÍSO), (F) *MUMMUCIA* SP. (SOLIFUGAE: MUMMUCIIDAE) EN CONGLOMERADO 50792 (REGIÓN DE VALPARAÍSO).

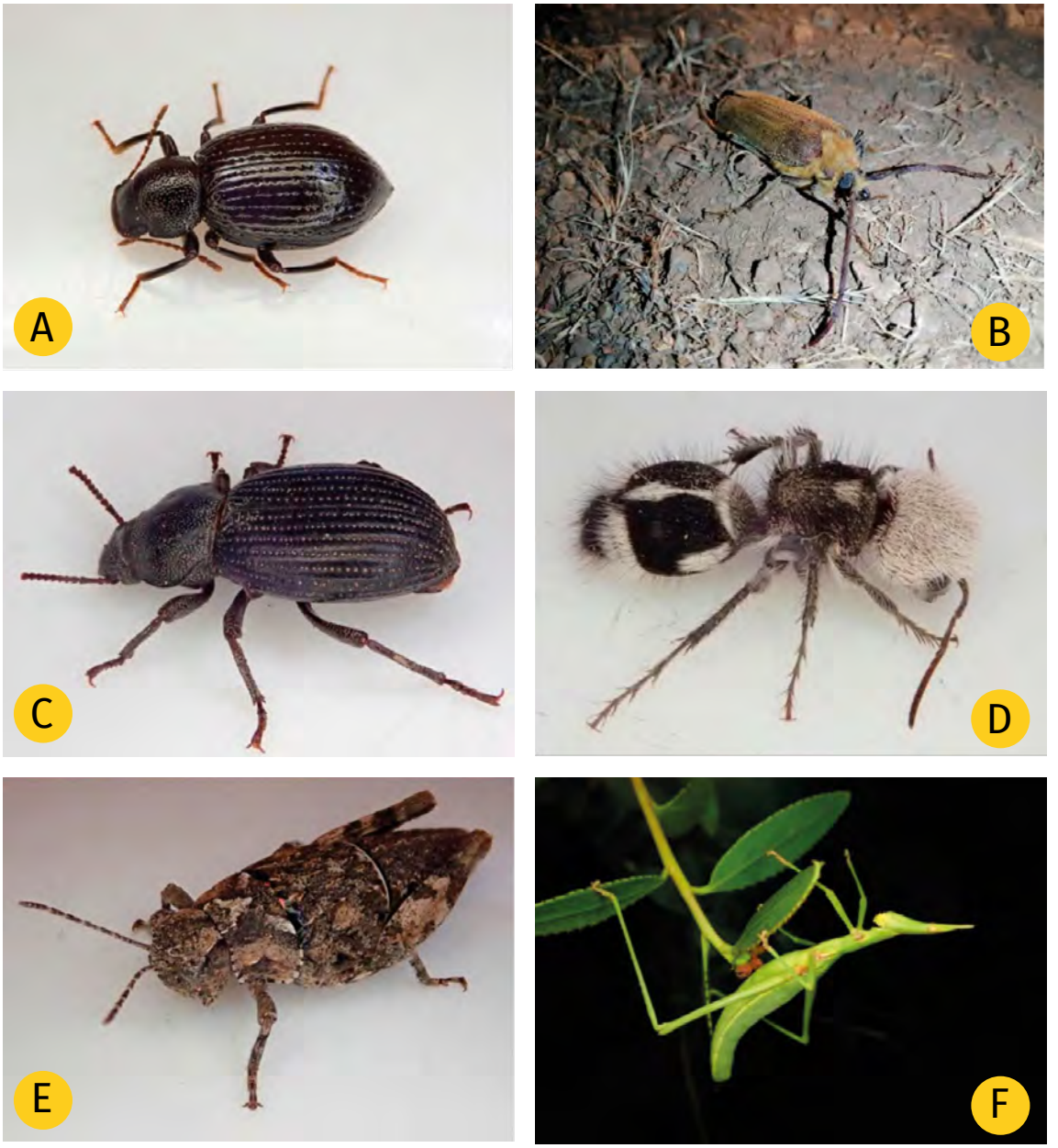
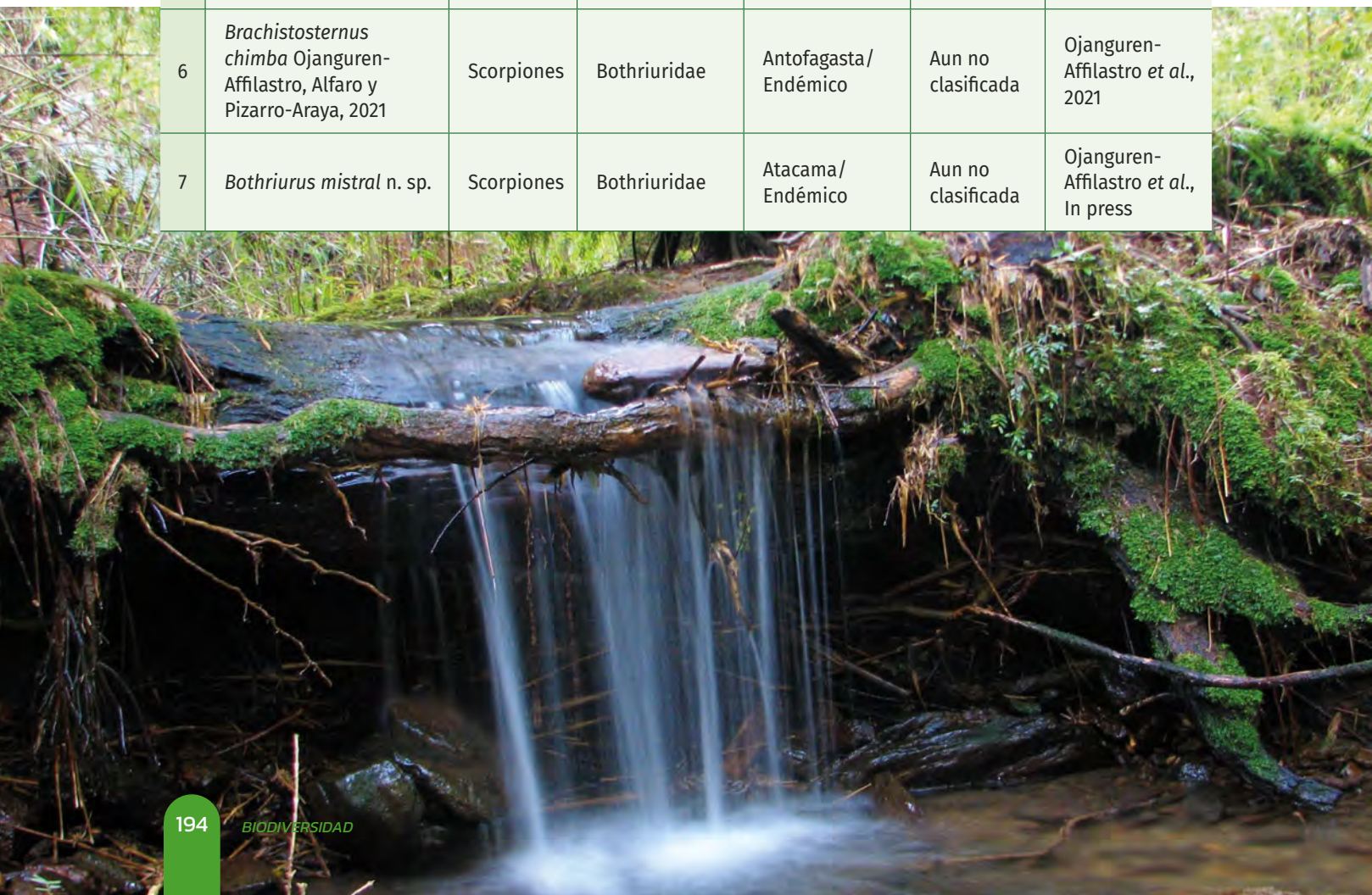


Figura 18
ALGUNAS ESPECIES DE ARTRÓPODOS (MANDIBULATA; INSECTA) REGISTRADAS EN LA CAMPAÑA DEL INVENTARIO DE BIODIVERSIDAD-FASE 8. A) VISTA DORSAL DE *HELIOFUGUS SULCATULUS* GEMMINGER, 1870 (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) EN CONGLOMERADO 52440, B) VISTA LATERAL DE UN MACHO DE *ACANTHINODERA CUMINGII* (HOPE, 1833) (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) EN CONGLOMERADO 50206 C) *SCOTOBIUS ASPERATUS* ERICHSON, 1834 (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) EN CONGLOMERADO 50405, D) *EUSPINOLIA MILITARIS* MICKEL, 1938 (HYMENOPTERA: MUTILLIDAE) EN CONGLOMERADO 52048, E) *MOLUCHACRIS* SP. (ORTHOPTERA: TRISTIRIDAE) EN CONGLOMERADO 50600, F) *HYBUSA OCCIDENTALIS* (WESTWOOD, 1843) (ORTHOPTERA: PROSCOPIIDAE) EN CONGLOMERADO 50015.

Cuadro 6
ESPECIES DESCRITAS A LA FECHA

Nº	Especie nueva descrita	Orden	Familia	Region of Chile/ Endémico	Categoría de conservación (MMA)	Fuente
1	*Tekellina araucana* Marusik, Eskov y Ramírez, 2022	Araneae	Synotaxidae	Valparaíso-Los Lagos/ Chile-Argentina	Aun no clasificada	Ramírez *et al.*, 2022
2	*Osornolobus violetaparra* n. sp.	Araneae	Orsolobidae	Maule/ Endémico	Aun no clasificada	Grismado y Pizarro-Araya, In press
3	*Brachistosternus gayi* Ojanguren-Affilastro, Pizarro-Araya Ochoa, 2018	Scorpiones	Bothriuridae	Atacama/ Endémico	En Peligro Crítico	Ojanguren-Affilastro *et al.*, 2018
4	*Brachistosternus philippii* Ojanguren-Affilastro, Pizarro-Araya Ochoa, 2018	Scorpiones	Bothriuridae	Antofagasta/ Endémico	En Peligro Crítico	Ojanguren-Affilastro *et al.*, 2018
5	*Brachistosternus llullaillaco* Ojanguren-Affilastro, Alfaro y Pizarro-Araya, 2021	Scorpiones	Bothriuridae	Antofagasta/ Endémico	Aun no clasificada	Ojanguren-Affilastro *et al.*, 2018
6	*Brachistosternus chimba* Ojanguren-Affilastro, Alfaro y Pizarro-Araya, 2021	Scorpiones	Bothriuridae	Antofagasta/ Endémico	Aun no clasificada	Ojanguren-Affilastro *et al.*, 2021
7	*Bothriurus mistral* n. sp.	Scorpiones	Bothriuridae	Atacama/ Endémico	Aun no clasificada	Ojanguren-Affilastro *et al.*, In press



8	*Urophonius pehuenche* Ojanguren-Affilastro, Alfaro y Pizarro-Araya, 2020	Scorpiones	Bothriuridae	Maule/ Endémico	Aun no clasificada	Ojanguren-Affilastro *et al.*, 2020
9	*Henicotherus francisca* Jerez y Pizarro-Araya, 2020	Coleoptera	Chrysomelidae	Atacama-Coquimbo/ Endémico	En Peligro	Jerez y Pizarro-Araya, 2020
10	*Luispenaia atacamensis* Mondaca, Pizarro-Araya y Alfaro, 2019	Coleoptera	Scarabaeidae	Atacama/ Endémico	Aun no clasificada	Mondaca *et al.*, 2019
11	*Luispenaia paposo* Mondaca, Pizarro-Araya y Alfaro, 2019	Coleoptera	Scarabaeidae	Antofagasta/ Endémico	En Peligro	Mondaca *et al.*, 2019
12	*Luispenaia paulseni* Mondaca, Pizarro-Araya y Alfaro, 2019	Coleoptera	Scarabaeidae	Atacama/ Endémico	Aun no clasificada	Mondaca *et al.*, 2019
13	*Praocis* (*Mesopraocis*) arenicola 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 inventario de biodiversidad; 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).

Desafíos para el Levantamiento de Datos de Biodiversidad

A pesar de que los datos recopilados en las fases iniciales de este inventario han arrojado resultados alentadores tanto para la ciencia como para el patrimonio natural del país, persisten notables lagunas que obstaculizan la obtención de un conocimiento exhaustivo acerca de los artrópodos y su distribución (Vergara-Asenjo *et al.*, 2023). Estas deficiencias, que involucran tanto aspectos taxonómicos (Linneanos) como de distribución (Wallaceanos), reverberan en otros ámbitos del entendimiento de la biodiversidad al representar una carencia crucial de información sobre las unidades básicas de estudio en ecología (Hortal *et al.*, 2015).

Las nuevas especies de artrópodos identificadas en este inventario han revelado hasta el momento dos categorías específicas de deficiencias Linneanas. En primer lugar, se encuentran las áreas remotas, poco exploradas o no sometidas a encuestas sistemáticas de muestreo. En segundo lugar, se destacan las especies recolectadas con el propósito de describirlas, pero que requieren visitas adicionales a las áreas de muestreo para obtener un número mínimo de especímenes necesario para su clasificación taxonómica.

Por otro lado, las deficiencias Wallaceanas se refieren a las brechas existentes en la comprensión de las distribuciones de especies (Hortal *et al.*, 2015). Este problema se agrava en presencia de áreas geográficas remotas, una baja resolución espacial y temporal en los esfuerzos de muestreo, así como en países con capacidades de investigación limitadas (Rodríguez *et al.*, 2010).

Las carencias linneanas están estrechamente vinculadas a la falta de financiamiento para iniciativas de monitoreo e inventario, así como al sesgo hacia las especies carismáticas o paraguas. Este sesgo, a su vez, desencadena una serie de efectos adversos que afectan la disponibilidad de expertos, la atracción de taxonomistas a los centros de investigación, los factores de impacto de las revistas especializadas, y la disponibilidad de colecciones científicas de especímenes tipo. Un análisis global llevado a cabo por Waldron *et al*. (2013) sobre países con financiamiento insuficiente para el estudio y conservación efectiva de la biodiversidad situó a Chile en el noveno lugar entre 199 países. A pesar de haber incrementado sus áreas protegidas, el país enfrenta serios desafíos en el conocimiento de diversos taxones debido a la grave escasez de taxónomos y la falta de fondos públicos y privados destinados al estudio de una biota caracterizada por un alto grado de endemismo. A la fecha, este inventario de biodiversidad es la única iniciativa de carácter nacional con ya siete años de levantamiento de datos a través de fondos públicos de forma permanente, no obstante, se debe complementar con otras fuentes de financiamiento para expandir el levantamiento de datos en otras áreas del país, y así disponer de una línea base robusta para manejo y conservación de la biodiversidad.

La tendencia decreciente en el estado de las poblaciones de artrópodos, así como la importancia clave de los insectos y los numerosos servicios ecosistémicos que brindan, exige programas de monitoreo global para reducir las deficiencias de Linneanas y Wallaceanas e identificar enfoques de conservación especializados para cada caso particular. Vergara-Asenjo *et al*. (2023) proponen un marco conceptual destinado a reducir dichas deficiencias y apoyar las políticas de conservación de la biodiversidad, con un enfoque en los artrópodos. Dicho marco comprende tres pilares principales:

1

Los ecosistemas, sus especies y las amenazas que determinan su integridad, dinámica y funcionamiento.

2

Los elementos clave para incluir en una estrategia de evaluación de la biodiversidad y reducir las deficiencias Linneanas y Wallaceanas.

3

Un plan de acción para la conservación de la biodiversidad.

Dichos elementos apuntan a fomentar los vínculos intersectoriales necesarios para desarrollar estrategias y planes de acción destinados a mejorar el seguimiento, así como la conservación de las especies menos conocidas y estudiadas. Estos aspectos serán claves para Chile, en particular dada la próxima implementación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), organismo creado para promover la conservación de la biodiversidad y que debiera establecer sinergias con otras iniciativas para promover la generación de información conjunta sobre las especies, sus factores de estrés y los ecosistemas en general, y promover así la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de los sectores productivos en el país.

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, W (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 sinonímia. 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.

Hortal, J.; De Bello, F.; Diniz-Filho, J.; Lewinsohn, T.M.; Lobo, J.; Ladle, R.J. (2015). Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. Annu. Rev. Ecol.Evol. Syst. 46, 523–549. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400.

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.

Jerez V. & J. Pizarro-Araya (2020). Una revisión de *Henicotherus* Brèthes, 1928 (Coleoptera, Chrysomelidae, Chrysomelinae); genero endémico y áptero de Chile. Gayana 84 (2): 101-111.

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 bupréstidos 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 Yañez, 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 Kovarík, F. (2013). *Bothriuridae*. En: Kovarík, 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*, *Gnaphosoidea*) 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.

Rodrigues, A.S.l.; Gray, C.L.; Crowter, B.J.; Ewers, R.M.; Stuart, S.N.; Whitten, T.; Manica, A. (2010). A global assessment of amphibian taxonomic effort and expertise. BioScience 60, 798–806.

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.

Vergara-Asenjo, G.; Alfaro, F.M. and Pizarro-Araya, J. (2023). Linnean and Wallacean shortfalls in the knowledge of arthropod species in Chile: Challenges and implications for regional conservation. Biological Conservation 281: 110027.

Vidal, P. y Guerrero, M. (2007). Los Tenebriónidos de Chile. 1a edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 480 pp.

Waldron, A.; Mooers, A.; Miller, Dc.; Nibbelink, N.; Redding, D.; Kuhn, Ts.; Roberts. J.T.; Gittleman, J.L. (2013). Targeting global conservation funding to limit immediate biodiversity declines. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 110, 12144–12148. https://doi.org/10.1073/pnas.1221370110.

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.

LOS RECURSOS FORESTALES EN CHILE

2024

INVENTARIO FORESTAL NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS Y ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

INFOR

www.infor.cl