



LOS RECURSOS FORESTALES EN CHILE

INFORME FINAL

**INVENTARIO CONTINUO DE BOSQUES
NATIVOS Y ACTUALIZACION DE
PLANTACIONES FORESTALES**

Diciembre 2015

Reconocimiento

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), Ministerio que ha apoyado no solo en lo financiero a INFOR en el diseño, desarrollo tecnológico, implementación y ejecución del Inventario Continuo de Ecosistemas Forestales de Chile, sino que también, en orientar el tipo de datos e información que el país requiere para cumplir con sus objetivos y necesidades internas y sus compromisos internacionales.

Así, el Inventario Continuo es una herramienta ministerial estadística-matemática que posibilita el levantamiento de datos e información respecto del estado y condición de nuestros bosques 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 tecnológicamente y metodológicamente el Inventario Continuo asegurando su vigencia y uso de las partes interesadas.

Equipo de trabajo

Coordinación del Proyecto

Carlos Bahamondez V.
Alberto Avila

Sensores Remotos y SIG

Alberto Avila
Dante Corti
Rodrigo Guiñez
Juan Carlos Muñoz
Oscar Peña
Mario Uribe

Bases de Datos y WEB Mapping

Cristian Rojas

Metodología y procesamiento

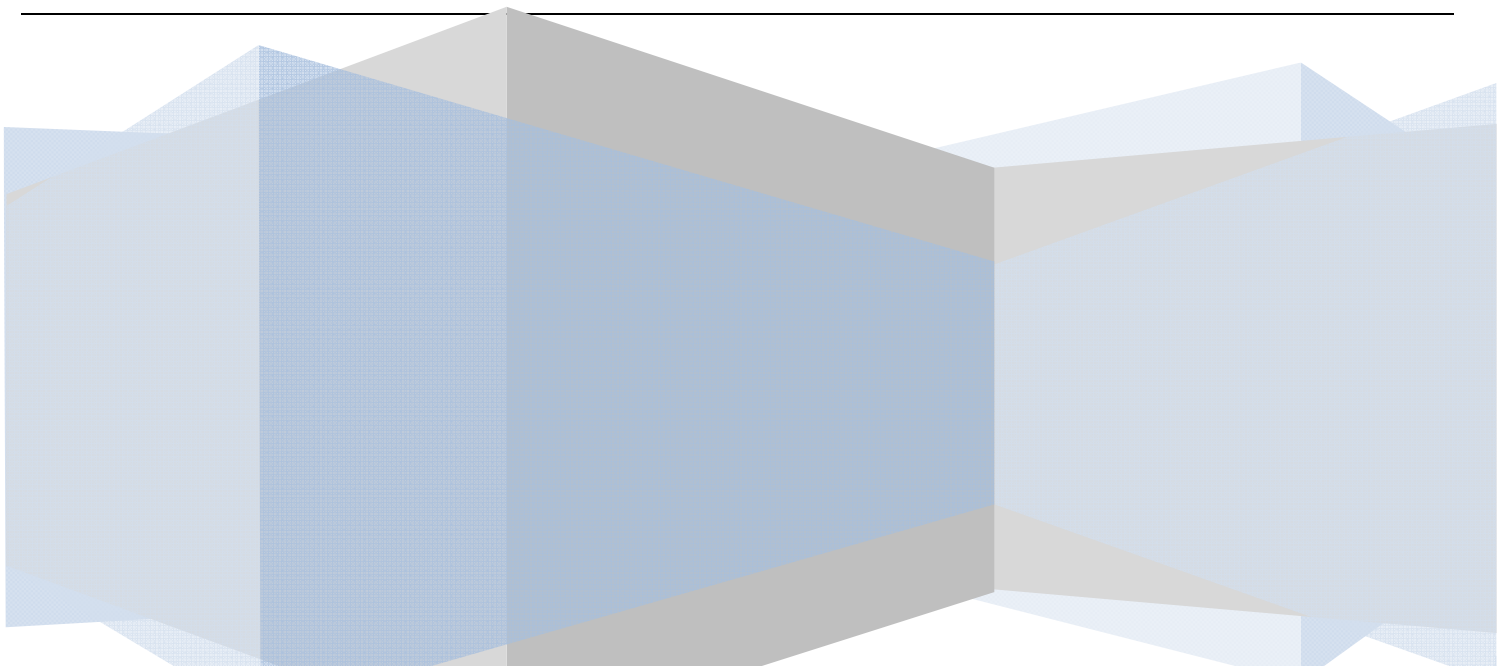
Carlos Bahamondez
Marjorie Martin
Rodrigo Sagardia
Yasna Rojas

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

ASPECTOS METODÓLOGICOS

CAPITULO I

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

| | |
|--|----|
| Aspectos metodológicos del Inventario de Ecosistemas Forestales | 2 |
| El inventario Continuo de Ecosistemas Forestales | 5 |
| Muestra de Individuos..... | 5 |
| Muestra de parcela | 6 |
| Muestras a nivel del Conglomerado..... | 7 |
| Variables medidas en el inventario | 8 |
| Variables del entorno..... | 8 |
| Variables de la parcela..... | 9 |
| Variables del suelo | 11 |
| Variables de regeneración | 11 |
| Variables asociadas a árboles individuales..... | 12 |
| Variables de mortalidad..... | 13 |
| Variables socioeconómicas y culturales | 14 |
| Procesamiento de los datos y generación de resultados..... | 15 |
| Procesamiento a nivel de árboles | 15 |
| Procesamiento a nivel de Parcelas | 16 |
| Procesamiento a nivel de Conglomerados | 23 |
| Procesamiento a nivel de la población | 27 |
| Procesamiento para la estimación de existencias en Biomasa y Carbono | 30 |
| Método de actualización | 35 |
| Referencias y Bibliografía..... | 44 |

Introducción

El presente documento resume los aspectos técnicos del procesamiento de los datos de terreno levantados en el marco del Inventario Continuo de los Ecosistemas Forestales de Chile. El Inventario Continuo de Ecosistemas forestales se enmarca dentro del Programa de Monitoreo de Sustentabilidad de los 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 nuestros ecosistemas forestales.

Este 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. Alternativamente, este inventario se basa en una conceptualización jerárquica del ecosistema y su diseño corresponde a un enfoque multifuente, multinivel y multirecursos cubriendo así un amplio espectro de interrogantes respecto de nuestros ecosistemas.

Se entregan en este documento datos resúmenes que pretenden 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 de Ecosistemas Forestales

Aspectos teóricos relativos a los inventarios

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

Uno de los primeros pasos ante cualquier caracterización de algún fenómeno de interés, corresponde a la definición de la población, la cual debe para ser reconocida como tal, 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 los cuales proveen la forma en la cuál 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 la cual determina o elimina a priori ciertos esquemas muestrales, favoreciendo otros.

Los aspectos anteriores definen un elemento clave dentro del diseño muestral y que dice 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 dice relación tanto de los aspectos de mejorar la planificación en terreno, como también 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 B. (1947,1960) 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 cuales son las distancias óptimas de localización de una muestra en terreno bajo un esquema de distribución sistemática es definido por medio de los análisis de autocovarianza para una determinada variable de estado de rodal (generalmente Volumen/ha). Bahamóndez C. y Martín M (1995) determinaron para bosques de renovales de *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus alpina*, que la distancia óptima para evitar autocorrelación en las estimaciones de inventario corresponde a 5 km en el sentido Este-Oeste y 7 km en el sentido Norte-Sur. A este objeto, utilizaron apoyo de material satelital y parcelas de terreno inventariadas por INFOR-JICA en 1992 y apoyo de nuevas parcelas levantadas en 1994-95. El extrapolar estas distancias a otros tipos forestales cuya variabilidad es mucho más alta que los renovales, permite asegurar que una malla sistemática de estas características en otros tipos forestales es segura y eficiente.

Otro de los aspectos críticos en los diseños de los inventarios dice relación 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 de su tamaño (Scheuder H.,P. Geissler 1998). 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, por otra parte la forma de la parcela tiene influencia en el planteamiento en terreno y sus posibilidades de incluir errores en las mediciones. En este respecto se ha demostrado que la mejor forma teórica para una parcela muestral es la forma circular de un cierto radio (Matern B. 1947), 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 y medición y corrección, en especial en pendientes fuertes, ya que un círculo en pendiente se comporta con radios variables generando una forma elipsoidal mas que circular. Este problema, sin embargo ha sido solucionado por la vía de generar círculos cuya área es equivalente a aquella de la elipse que la pendiente produciría.

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

Nuestro país ha experimentado intentos de aplicación de inventarios permanentes de sus bosques desde la década del 80, 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 Forest Service del USDA de Estados Unidos el "Forest resources of Chile, as a base for industrial expansion", también conocida como la Misión Haig. 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 vemos hoy en día en nuestros bosques. En 1980, Cox F. y otros proponen 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 dispuesta en el sentido de Norte a Sur en su lado mas 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 la British Columbia, Canadá, proponen ante la CORFO a fondos concursables FONSIPI, el proyecto "Inventario Forestal Permanente e Indicadores de Sustentabilidad", sin lograr financiamiento, 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 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 en 1980, con variaciones en aspectos de forma y número de unidades de parcelas del conglomerado.

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

El inventario Continuo de Ecosistemas Forestales

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

Muestra de Individuos

Los árboles, de acuerdo a su tamaño tienen una probabilidad de ser seleccionados. De esta forma los árboles que tienen un tamaño mayor o igual a 25 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho (1,3 m)) se miden en las parcelas de 500 m², los árboles de DAP mayor o igual a 8 cm se miden dentro de las parcelas de 122 m², y los árboles mayores a 4 cm en DAP se miden dentro de parcelas de 12,6 m². Todas estas parcelas son organizadas en forma concéntrica como se muestra en la Figura N°1.

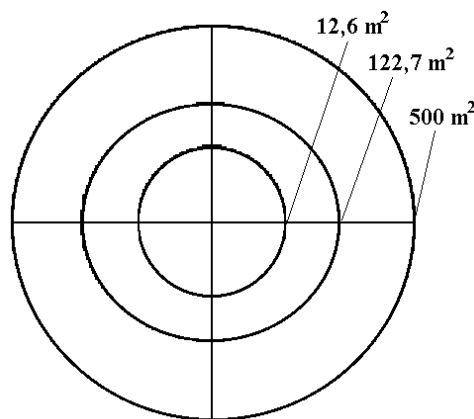


Figura N°1 : Parcela circular concéntrica de área equivalente

A todos los árboles se le 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 a la apariencia de su copa.

De todos los árboles contenidos en las respectivas parcelas se selecciona una submuestra de donde se obtienen mediciones más detalladas que incluyen la medición de la altura total del árbol, altura donde se inicia la copa, la altura del tocón y la altura a un tercio de la altura total, diámetro del árbol al inicio de su copa y el diámetro al tercio de la altura total. A algunos árboles se les extrae un tarugo a 1,3 metros del suelo, para la estimación del crecimiento, a través del conteo del número de anillos.

Muestra de parcela

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

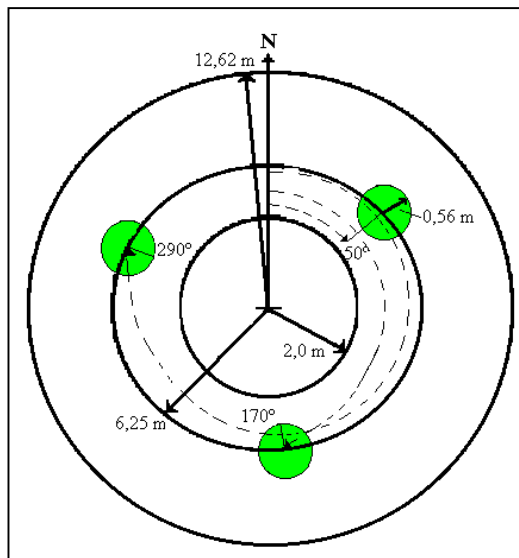


Figura N°2. Muestras de Regeneración y Vegetación

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.

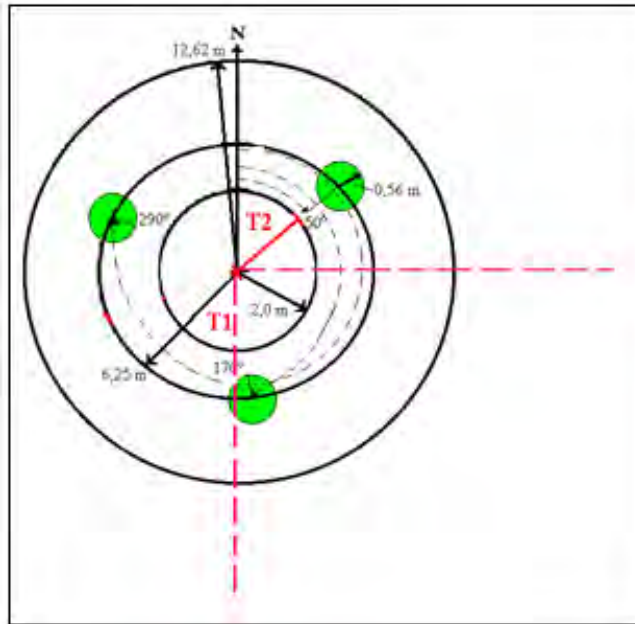


Figura N°3. Transectos de residuos leñosos y Mortalidad

La medición de los residuos, así como, también la de los árboles muertos se relaciona con el hábitat que éste representa para la fauna y microfauna, como 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 del 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 el color, el pH, profundidad de suelo (si es menor que un mínimo), profundidad de humus y de 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 como también lo observado en el trayecto a las parcelas, éstas dicen relación 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, así también fauna, o flora en peligro de extinción que esté fuera de las parcelas.

Variables medidas en el inventario

Las siguientes variables son medidas en terreno a partir de las unidades muestrales antes detalladas, estas se organizan por niveles jerárquicos de mayor a menor en términos de escala espacial.

VARIABLES DEL ENTORNO

Corresponden a variables que caracterizan el entorno general del conglomerado:

| Variable | Descripción |
|------------------------------------|--|
| 1. Degradación | Se considerará un esquema de descripción de degradación desde el punto de vista productivo, a definirse durante el transcurso del proyecto. |
| 2. Estado Evolutivo | Se describirá el estado evolutivo dominante del rodal incluido en la muestra, de acuerdo a clasificación a proponerse durante la ejecución del proyecto. |
| 3. Grado de Intervención Antrópica | Se describirán los efectos visibles de la intervención del hombre sobre el recurso, cualquiera que ésta sea: Manejo, Pastoreo, Incendios, Producción de carbón o leña etc. |
| 4. Obras Civiles | Se describirán la presencia y clase de obras civiles incluidas en y en las inmediaciones al punto de muestra. |
| 5. Visibilidad | Se clasificará la visibilidad desde el punto de vista de la belleza escénica. |
| 6. Agua | Se describirá la presencia de cuerpos de agua en la parcela su origen y clase si es posible. |
| 7. Flora | La observación de la flora en el entorno estará enfocada a la presencia de especies clasificadas como vulnerables, raras o en peligro de extinción según Conaf (1989). |
| 8. Fauna | Se describirán por medio de presencia/ausencia la fauna existente en el punto de muestra, si es posible una identificación se deberá registrar. Observación indirecta como presencia de fecas, rastros, o sonidos serán utilizados también como fuente de apoyo al registro. |

VARIABLES DE LA PARCELA

Las variables observadas o medidas en este nivel se observan y miden al interior del área definida como 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 referencia geográfica en UTM Huso 18, Elipsoide Internacional de 1924. |
| Manejo | Tipo Raleo a Desecho Raleo Comercial Tala Rasa Arbol semillero Preparación de suelo Corta en Faja Arbol Futuro Control de malezas Fertilización Intensidad del Manejo Sin Manejo Ligero Moderado Fuerte Tipo De Monte Monte Alto Monte Bajo Monte Medio. |
| Establecimiento | Determina el origen del bosque en su mecanismo de establecimiento. |
| Estado De Desarrollo | Brinzal Monte Bravo Bajo Monte Bravo Alto Latizal Fustal |
| Exposición | Descripción de la ladera de exposición de la parcela |
| Forma de la Pendiente | Cóncava, plana o convexa |
| Relieve | |
| Tipos de Caminos de Acceso | Temporal, ripiado, asfalto, carretera |

Continuación Variables de la Parcela

| Variables | Descripción |
|---------------------------------|--|
| 9. Erosión | Tipo De Erosión No evidente Laminar De Deslizamiento Cárcavas en "V". De Zanjas Grado De Erosión Ligera Moderada Severa Extrema |
| 10. Tipo de Ganado | Descripción del tipo de ganado que suele pastorear en el área de la parcela |
| 11. Intensidad Del Pastoreo | No evidente, Ligera, Moderada, Severa. |
| 12. 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. |
| 13. 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. |
| 14. Densidad Del Sotobosque | Estimar cuanto porcentaje del suelo de la parcela está cubierto por sotobosque. |
| 15. Flora Del Suelo | Observar si el piso de la parcela presenta hierbas, pasto, helechos o enredaderas o bien está desnudo. |
| 16. Densidad de Flora del Suelo | Que porcentaje del piso de la parcela está cubierto por la flora del suelo. |
| 17. Agua | Caudal Estero Canal de Regadío Riachuelo Río Vertiente Embalse Tranque Laguna y lagos Frecuencia Permanente Temporal |
| 18. Fauna | Tipo y Frecuencia Registro del tipo de fauna, su especie y cantidad. |
| 19. Obras Civiles | Si existen obras civiles al interior de la parcela deberá identificarse y describirse. |

VARIABLES DEL SUELO

| Variables | Descripción |
|--|--|
| 20. Profundidad del Suelo: | Sólo Horizonte A mezcla de material orgánico y mineral |
| 21. 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). |
| 22. 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). |
| 23. pH o Reacción del Suelo: | Mide la acidez o alcalinidad del suelo a través de la medición de la concentración del ión hidrógeno. |
| 24. <i>Grado de Cobertura de Copas</i> | El grado o porcentaje de cobertura de Copas corresponde a la proporción del suelo cubierta por la copa de los árboles. |
| 25. Color | Como aproximación a las características del suelo y su origen y madurez el color se clasificará por medio de la Tabla de Colores Munsell y que clasifica el color en base a 3 variables básicas Matiz, Brillo y Cromo. |
| 26. Textura | Se clasificará la textura en las siguientes clases: Arenosa, Franca, Limosa y combinaciones de las mismas. |
| 27. Estructura | Sin estructura Laminar Prismática En bloques Granular |
| 28. Condición de Humedad | Tres condiciones básicas se aplicarán para esta variable, Seco, Húmedo y Saturado dependiendo de las condiciones iniciales de medición. |
| 29. Fauna del Suelo | Determinar la presencia o ausencia de Lombrices (principalmente) ya que ellos cumplen importantes funciones trasladando los residuos vegetales hacia el interior del suelo o incorporándolos a él. Se aplicará en forma de variables binaria como: Presencia / Ausencia y adicionalmente, conteo por unidad de área. |

VARIABLES DE REGENERACIÓN

La regeneración o las variables asociadas a la parcela de Regeneración, permite estimar cual será la composición y calidad de los bosques futuros. La regeneración se mide por conteo dentro de la parcela de área 1 m². En ella se distinguen 4 estratos según altura:

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

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

VARIABLES ASOCIADAS A ÁRBOLES INDIVIDUALES

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

| Variables | Descripción |
|---|---|
| 30. Especie | Se deberá registrar la especie a la que pertenece el árbol |
| 31. DAP | Diámetro a la altura del pecho (a 1.3 m) |
| 32. Diámetro al tocón. | Diámetro al nivel del tocón (0,3 a 0,5 m) |
| 33. 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. |
| 34. Diámetro al inicio de Copa. | Medición del diámetro a la altura del inicio de la copa viva. |
| 35. Diámetro de Copa. | Se refiere al diámetro de la copa en los ejes Norte – Sur y Este – Oeste. |
| 36. Espesor corteza 1 y espesor corteza 2 | Dos mediciones de espesor de corteza a la altura del DAP. |
| 37. Altura comercial | Altura a un índice de utilización definido durante el proyecto. |
| 38. Altura total | Medición de la altura total del árbol hasta el ápice de la copa. |
| 39. Calidad | Clasificación de calidad del árbol desde el punto de vista de su estado general, sanidad y forma. (3 clases) |
| 40. Forma, | Recta, Bifurcada, Curvada, Torcida, Multifustal. Inclinado, |
| 41. Arbol Nido | Variable binaria de presencia/ausencia de nidos asociados a fauna. |
| 42. Posición en el dosel | Descripción en clases respecto a su posición en el estrato de altura. |
| 43. Crecimiento | Tarugos de incremento para adelantar el crecimiento de los últimos 6 años en una submuestra de árboles. |
| 44. Variables de copa | Clasificación respecto de la apariencia de la copa (Normal, Angosta, Ancha, Asimétrica, simétrica, incompleta) y su estado sanitario (Sana, Atacada, Dañada). |
| 45. Estado Sanitario | Sano Enfermo Dañado |
| 46. Agente Causante | Insecto Taladrador, Defoliador, Minador, Agallas, Fuego, Viento, Sequía, Heladas, Cancros, Ganado, Personas, Hongos, Anegamiento, Otros |
| 47. Zona y Tipo de Daño o Enfermedad | Ninguna, General, Fuste, Raíces, Follaje, Brotes, Quebraduras, Quemadura, Marchitez, Manchas, Muerte apical, Perforaciones, Resinosis, Clorosis, Lanosidad, Otros, |
| 48. Intensidad | Describe el grado de daño o enfermedad presentado por el árbol o por la zona dañada del árbol. Estos son: No evidente, Ligero, Moderado, Severo, Muerte, Masivo. |

VARIABLES DE MORTALIDAD

La medición de los árboles muertos en la parcela permite la estimación del volumen total producido en el sitio la calidad y cantidad del mismo por unidad de superficie y 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:

| Variables | Descripción |
|---------------------------------------|---|
| 49.Especie | Identificar la especie |
| 50.Causa | Identificación de la causa de muerte |
| 51.DAP | Medición de tamaño para estimación de volumen. Se mide a 1,3 metros de largo si el árbol está caído |
| 52.Diámetro al Tocón | Tamaño al diámetro del tocón o al diámetro superior visible |
| 53.Diámetro sección superior y altura | Diámetro a la altura o largo superior para propósitos e cubicación |
| 66. Diámetro de intersección | Medición del diámetro de intersección de árbol caído con línea de muestreo |
| 67. Largo | Medición de largo del árbol caído en metros |
| 54.Forma | Estimación de la forma original del individuo en lo posible |

VARIABLES SOCIOECONOMICAS Y CULTURALES

(se considerarán en segundo ciclo 2011-2020)

| 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.

- CALCULO 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:

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

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

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

con,

- H :Altura total (m)
- DAP :Diámetro a la altura del Pecho (cm)
- a,b :coeficientes

- CALCULO DE VOLUMEN CUBICO 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 m³s.s.c. 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 M. (1999). 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 definido, 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.

- CALCULO DEL VOLUMEN CUBICO 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.

- CALCULO DEL VOLUMEN CUBICO INDIVIDUAL DE DESECHOS

Para aquellos individuos muertos o porciones de individuos yacentes en el suelo o aún en pié, se evalúa el volumen de desecho de acuerdo a 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 pié.

- CALCULO DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO INDIVIDUAL

El método de estimación para el incremento anual periódico individual (Husch 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_i, 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 la j regresiones se aplican a cada individuo de la muestra que carece de medición de incremento.

Procesamiento a nivel de Parcelas

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

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES TOTALES POR HECTÁREA

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

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

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

- POR ESPECIE

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

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

con,

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

- POR CLASE DE CALIDAD

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

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

con,

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

La suma de árboles por clase de calidad es igual al total de árboles por ha., mayores a 8.0 cm de DAP.

- POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

El Número de árboles por hectárea que presentan 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 DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA

La estimación del área basal/ha a nivel de parcela se calcula como:

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

Donde,

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

- POR ESPECIE

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

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

Con,

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

- POR CLASE DE CALIDAD

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

Con,

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

- POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

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

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 m³s.s.c. de acuerdo a 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,

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

- 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 descontados de las pérdidas por calidad y sanidad de acuerdo a factores de perdidas fp definido 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 a 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.

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

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 PERIODICO 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 PERIODICO EN CLASES DE DIÁMETRO

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

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO EN AREA BASAL POR HECTÁREA EN UN PERÍODO “P”

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

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

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

donde,

P : período en años
 $P0$: inicio del período

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO 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 $p_0 = t-p$, utilizando las funciones de volumen generales a un $p \leq 4$ años, a objeto de aplicar de esta forma las relaciones *DAP-Altura* estimadas a partir del inventario para cada parcela/conglomerado/especie. Una vez estimados estos volúmenes se estima el crecimiento anual periódico por ha en volumen bruto como:

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

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 DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA

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

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

con,

j :índice de parcela en terrenos forestales.

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

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA POR ESPECIE

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

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DE 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 a:

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

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

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA

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

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

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA POR ESPECIE

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

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA POR CLASE DE CALIDAD

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

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

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

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA

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

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

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR ESPECIE

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR CLASE DE CALIDAD

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO NETO POR HECTÁREA

El Volumen cúbico neto en cada conglomerado se estima como:

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

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO NETO POR HECTÁREA POR ESPECIE

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

donde,

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

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO EN CLASES DE DIÁMETRO

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

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

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIÓDICO EN AREA BASAL POR HECTÁREA

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

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

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO 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 (m³/ha)
 L : Largo transecto con pendiente corregida (m)
 D : Diámetro de intersección (cm)

Procesamiento a nivel de la población

- ESTIMACIÓN DESDE UNIDADES MUESTRALES A LA POBLACIÓN TOTAL

A partir de las unidades muestrales definidas en el diseño muestral y del numero 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 m³s.s.c. de la población definida según los párrafos anteriores son:

- CALCULO DE LA MEDIA TOTAL Y EXISTENCIAS TOTALES

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

donde,

μ : Media total estimada en m³s.s.c por hectárea
 V_j : Volumen cúbico sólido en pié de la parcela i (i=1,N) del conglomerado j={1,M}

- CALCULO 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 a:

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

donde,

v_j : Volumen medio por hectárea del conglomerado j en m³s.s.c.
 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 m³s.s.c.
 \hat{S} : Desviación estándar de la media en m³s.s.c.

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 desglosándola en valores por clase

diamétrica. Estas tablas representan para cada clase de diámetro sus respectivos:

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

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

- Número de árboles medio por hectárea por clase de diámetro

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

con,

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

- Volumen medio por hectárea en m³s.s.c. por clase de diámetro

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

con,

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

- Altura media en metros por clase de diámetro

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

con,

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

- Crecimiento anual periódico medio por hectárea en volumen sólido (m³s.s.c)

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

con,

$CAPVol_{clasedap,i,j}$:Crecimiento anual periódico i en la clase de diámetro $clasedap$ en el conglomerado j

J :Número de conglomerados totales.

Procesamiento para la estimación de existencias en Biomasa y Carbono

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

- En la Biomasa sobre el suelo, que considera los árboles, la vegetación arbustiva y la vegetación herbácea.
- En la Biomasa bajo el suelo, que se refiere a las raíces de la vegetación del ecosistema estudiado, tanto de los árboles como del sotobosque.
- En la Hojarasca, que es la capa de material orgánico (hojas, ramillas, semillas, etc.) no descompuesto y cuyas formas se pueden reconocer a simple vista.
- Árboles muertos en pie, y troncos los caídos
- En el suelo, el cual es considerado por el 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, op.cit.)

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 al trabajo desarrollado por Gayoso *et al.* (2002) (Cuadro N°1). Estas funciones de biomasa se aplicaron a nivel de árbol individual.

Cuadro N°1. Funciones de biomasa por especie (Gayoso et al., 2002).

| 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 | |

- Biomasa a partir del volumen

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

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

Donde :

VC : Volumen bruto fustal (m³/ha) de árboles con DAP ≥ 4 cm
D : Densidad básica de la madera (Contenido humedad 12 %) (t/m³)
FEB: Factor de expansión de biomasa (biomasa aérea seca/biomasa aérea comercial)

Para la determinación del volumen bruto se consideraron los árboles con DAP mayores a 4 cm y las densidades básicas de acuerdo al Cuadro N°2. En aquellos casos donde no fue posible identificar la especie se usó una densidad básica de 0,5 ton/m³, según lo describe IPCC (1996).

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

Cuadro N°2. Densidades básicas por especie (Gayoso et al., 2002).

| Especie | Nombre común | Densidad básica (kg/m3) | n | Fuente |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----|------------------------------------|
| <i>Araucaria araucana</i> | Araucaria | 483,0 | | Pérez (1983) |
| <i>Gevuina avellana</i> | Avellano | 506,7 | 90 | FONDEF (2002) |
| <i>Drimys winteri</i> | Canelo | 431,2 | 48 | FONDEF (2002) |
| <i>Nothofagus dombeyi</i> | Coigue | 504,2 | 316 | FONDEF (2002) |
| <i>Laurelia sempervirens</i> | Laurel | 447,2 | 12 | FONDEF (2002) |
| <i>Persea lingue</i> | Lingue | 464,3 | 20 | FONDEF (2002) |
| <i>Saxegothea conspicua</i> | Mañío hembra | 547,0 | 11 | FONDEF (2002) |
| <i>Citronella mucronata</i> | Naranjillo | 460,1 | | FONDEF (PI)* (2002) |
| <i>Embotrium coccineum</i> | Notro | 474,4 | | FONDEF (Ga) (2002) |
| <i>Aextoxicon punctatum</i> | Olivillo | 487,9 | 12 | FONDEF (2002) |
| <i>Sophora microphylla</i> | Pelú | 488,0 | | FONDEF (Ap) (2002) |
| <i>Cryptocarya alba</i> | Peumo | 460,1 | | FONDEF (PI) (2002) |
| <i>Lomatia hirsuta</i> | Radal | 474,4 | | FONDEF (Ga) (2002) |
| <i>Nothofagus alpina</i> | Raulí | 507,6 | 68 | FONDEF (2002) |
| <i>Nothofagus obliqua</i> | Roble | 461,4 | 259 | FONDEF (2002) |
| <i>Laureliopsis philippiana</i> | Tepa | 438,2 | 273 | FONDEF (2002) |
| <i>Weinmannia trichosperma</i> | Tineo | 540,8 | 146 | FONDEF (2002) |
| <i>Dasyphyllum diacanthoides</i> | Trevo | 652,7 | 12 | FONDEF (2002) |
| <i>Eucryphia cordifolia</i> | Ulmo | 546,9 | 379 | FONDEF (2002) |
| <i>Lomatia dentata</i> | Avellanillo | 474,4 | | FONDEF (Ga) (2002) |
| <i>Nothofagus antarctica</i> | Ñirre | 464,0 | | Pérez (1983) (Np) |
| <i>Luma apiculata</i> | Arrayán | 799,1 | | FONDEF (AI) (2002) |
| <i>Amomyrtus luma</i> | Luma | 764,5 | 12 | FONDEF (2002) |
| <i>Rhaphithamnus spinosus</i> | Arrayán macho | 435,8 | | FONDEF (Dw) (2002) |
| <i>Mirceugenia exsucca</i> | Pitra | 799,1 | | FONDEF (AI) (2002) |
| <i>Caldcluvia paniculata</i> | Tiaca | 555,0 | | Pérez (1983) (Wt) |
| <i>Aristotelia chilensis</i> | Maqui | 331,0 | | Pérez (1983) (Alamo) |
| <i>Maitenus boaria</i> | Maitén | 474,4 | | FONDEF (Ga) (2002) |
| <i>Tepualia stipularis</i> | Tepú | 799,1 | | FONDEF (AI) (2002) |
| <i>Amomyrtus meli</i> | Meli | 799,1 | | FONDEF (AI) (2002) |
| | Escallonia sp | 710,0 | | Pérez (1983) Prosopis chilensis |
| <i>Ovidia pillo-pillo</i> | Pillo pillo | 331,0 | | Pérez (1983) (Alamo) |
| <i>Lomatia ferruginea</i> | | 474,4 | | FONDEF (Ga) (2002) |
| <i>Podocarpus nubigena</i> | Mañío macho | 513,2 | 54 | FONDEF (2002) |
| <i>Azara integrifolia</i> | | 474,4 | | FONDEF (Ga) (2002) |
| <i>Fitzroya cupressoides</i> | Alerce | 405,0 | | Pérez (1983) |
| <i>Austrocedrus chilensis</i> | Ciprés de la cordillera | 424,0 | | Pérez (1983) |
| <i>Blepharocalyz cruckshanksii</i> | Temu | 799,1 | | FONDEF (AI) (2002) |
| <i>Pilgerodendron uviferum</i> | Ciprés de las guaitecas | 405,0 | | Pérez (Fc) |
| <i>Crinodendron hookerianum</i> | Chaquihue, polizón | 435,8 | | FONDEF (Dw) (2002) |
| | | 710,0 | | Pérez (1983) Prosopis chilensis |
| <i>Fuchsia magellanica</i> | Chilco | | | |
| <i>Maytenus magellanica</i> | Leña dura | 799,1 | | FONDEF (AI) (2002) |
| <i>Mirceugenia planipes</i> | Picha-Picha | 799,1 | | FONDEF (AI) (2002) |

* Iniciales de nombre científico de especie que se asemeja.

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:

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

donde:

V: Volumen según Smalian (m³/ha)

D: Densidad aparente (ton/m³)

Para los valores de densidad se consideraron los del Cuadro N°2, al no reconocer la especie se utilizó una densidad aparente de 0,5 ton/ha según lo recomendado por IPCC.

- 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.

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

donde:

V: Volumen según fórmula de Smalian (m³/ha)

D: Densidad básica (ton/m³)

FD: Factor de descuento por descomposición

La densidad básica se obtuvo del Cuadro N°2 cuando fue posible identificar la especie, al carecer de dicha identificación se consideró una densidad promedio de 0,5 ton/m³ (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. Por otra parte, el Inventario utiliza 5 categorías de descomposición (Cuadro 3a) para rescate en terreno, y para poder utilizar la información del proyecto FONDEF se asimilaron en las tres categorías como aparece en el Cuadro N°3b.

Cuadro 3a. Clases de descomposición de residuos gruesos

| Clase | Integridad Estructural | Textura porciones degradadas | Color madera | Raíces invasoras | Ramas y ramillas |
|-------|--|--|------------------------------|---------------------------|---|
| 1 | Troza sana intacta y reciente | Intacta, sin degradación sin cuerpos frutales visibles de hongos | Color original | Ausentes | Existen ramas y ramillas presentes aun en troza, corteza aun firme y pegada |
| 2 | Sana | Mayoritariamente intacta, medula parcialmente blanda, inicio de degradación, pero no puede arrancarse a mano desnuda | Color original | Ausente | Existen ramas y muchas de las ramillas ya no existen, corteza pelada en algunas porciones |
| 3 | Xilema sano (troza capaz de soportar su propio peso) | La 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, su puede hundir un pieza metálica | Café claro a rojizo | Presencia total de raíces | Las ramas se sueltan solas |
| 5 | Ninguna pieza mantiene su forma | Blanda, polvorienta cuando esta seca | Café Rojizo a café oscuro | Presencia total de raíces | Uniones de ramas degradadas |

Cuadro N°3b
Categorías de descomposición y porcentaje de descuento de densidad básica (Proyecto FONDEF D98I 1076).

| Categoría descomposición (Proyecto FONDEF D98I1076) | Descomposición | Densidad básica (ton/m ³) | % de densidad básica | Categoría descomposición Inventario |
|---|-------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | Baja degradación | 0,49 - 0,52 | 100 % | 1 a 2 |
| 2 | Degradación Media | 0,28 - 0,37 | 65 % | 3 |
| 3 | Alta degradación | 0,14 - 0,26 | 40 % | 4 a 5 |

Contenido de Carbono y CO₂ eq

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 por el proyecto FONDEF, el cual determinó el contenido de carbono considerando especies del tipo forestal

Siempreverde y Roble-Raulí-Coihue, se utilizó el valor promedio de contenido total de carbono que fue 49,64 % (Gayoso y Guerra, 2002). Las respectivas biomásas se multiplicaron por este factor obteniéndose el contenido de carbono.

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

En el caso de la representación del contenido de Carbono en CO₂ eq se corrige la expresión anterior por 44/12.

Método de actualización. 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 nuestro 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 Eucaliptus (*Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*) 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 5 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) quien es el 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 semi automatizada 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.

MATERIAL Y MÉTODO

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.

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

Además de la digitalización de información de las carpetas prediales, se realiza como complemento un trabajo de fotointerpretación de imágenes provenientes de capturas de sensores satelitales y/o fotografías aéreas a distintas escalas, requiriendo para ello de personal altamente calificado con años de experiencia en el rubro. Las imágenes utilizadas en esta labor están supeditadas a disponibilidad y limitaciones de tipo presupuestario, haciendo necesario priorizar las adquisiciones. Ello redundará en la necesidad de cuidar la asignación de recurso, dando preferencia a aquellas zonas con mayor probabilidad de cambios o para las que no se hubiese contado con información en períodos anteriores.

Determinación de error e intervalos de confianza

Debido a la dificultad de contar con imágenes cubriendo la totalidad de las áreas de interés donde se ubican las plantaciones de pequeños y medianos propietarios, se hace relevante el poder contar con una estimación de las superficies de plantaciones, así como del error de la estimación y los intervalos de confianza asociados a este. Con este fin se recurre a la aplicación e implementación de un esquema de muestreo en cuadrantes aleatorizados restringidos; sustentado en los siguientes supuestos:

1. Los errores definidos en superficies se distribuyen como Poisson con media y varianza λA , donde λ es la intensidad de los errores por unidad de superficie y A el área de estudio.
2. Se asume que los errores tienen igual probabilidad de aparecer en toda la región y que son generados por el proceso estocástico dominado por λ ; este supuesto, puede variar si se reconoce en los datos una tendencia espacial de los errores.

3. Si la unidad muestral utilizada para la determinación de los errores es definida bajo un mecanismo de aleatorización, los estimadores resultantes pueden ser considerados como representativos de toda la población.

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

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

con

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

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

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

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

con:

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

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

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

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 N°1.

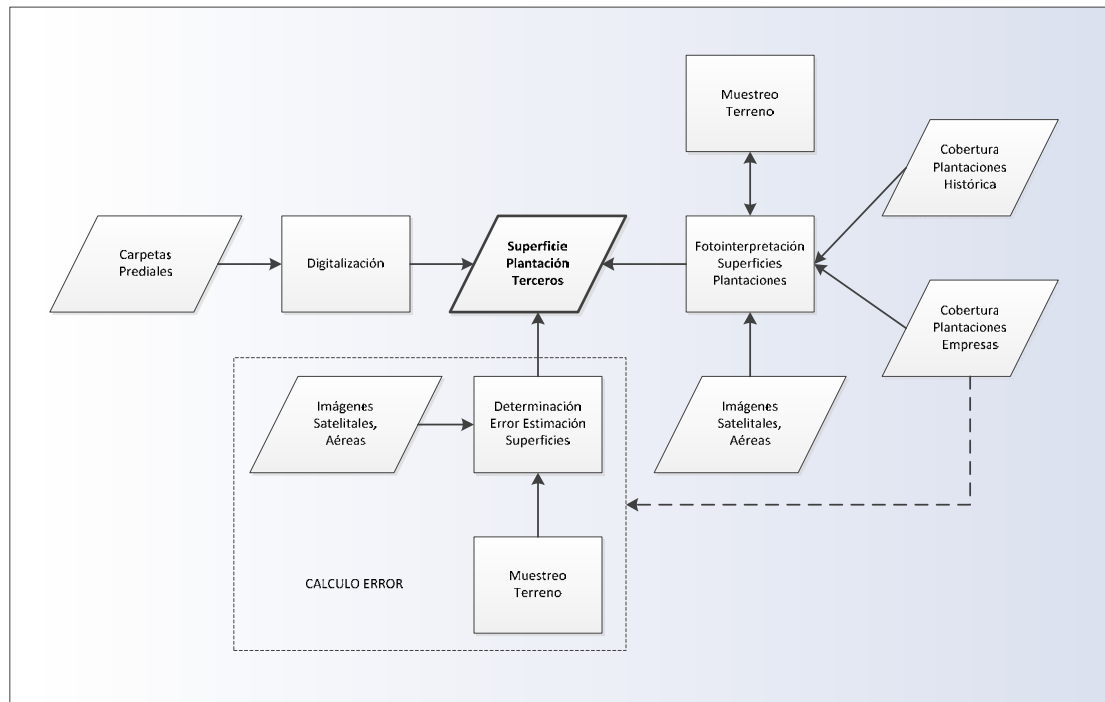


Figura N°1. Método de actualización superficie plantaciones PYMP

Clasificación orientada a objetos como apoyo a labores de fotointerpretación

Como se mencionó, INFOR recurre a imágenes de diversas fuentes para apoyar el trabajo de fotointerpretación relativo a la detección de plantaciones en manos de terceros. En el último tiempo por temas de costos y oportunidad, ello ha redundado en un incremento en la participación de material satelital. Las imágenes utilizadas con mayor frecuencia han sido las provenientes del instrumento ASTER (30m), del satélite ALOS (10m) de la agencia espacial japonesa y RAPIDEYE (5m) de un conjunto de satélites; estos últimos pertenecientes a proveedores comerciales de información geoespacial.

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. Empero, 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 (**CITA**). 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 nos permitan una mejor diferenciación de nuestras áreas de interés.

En este sentido la clasificación de imágenes orientada a objetos se ve como una alternativa interesante para facilitar el procesamiento de imágenes, al posibilitar la incorporación de información desde fuentes con resoluciones o escalas diversas, así como al permitir el trabajo con capas de tipo no sólo raster sino también vectoriales e información temática. Sin embargo, la característica más importante de este tipo de clasificación consiste en un cambio de paradigma (Kumar, 2007), donde en vez de trabajar con píxeles se trabaja con grupos de ellos en forma de objetos, los que presentan distintos atributos aparte de los espectrales y operan en un contexto jerarquizado (Figura N°2).

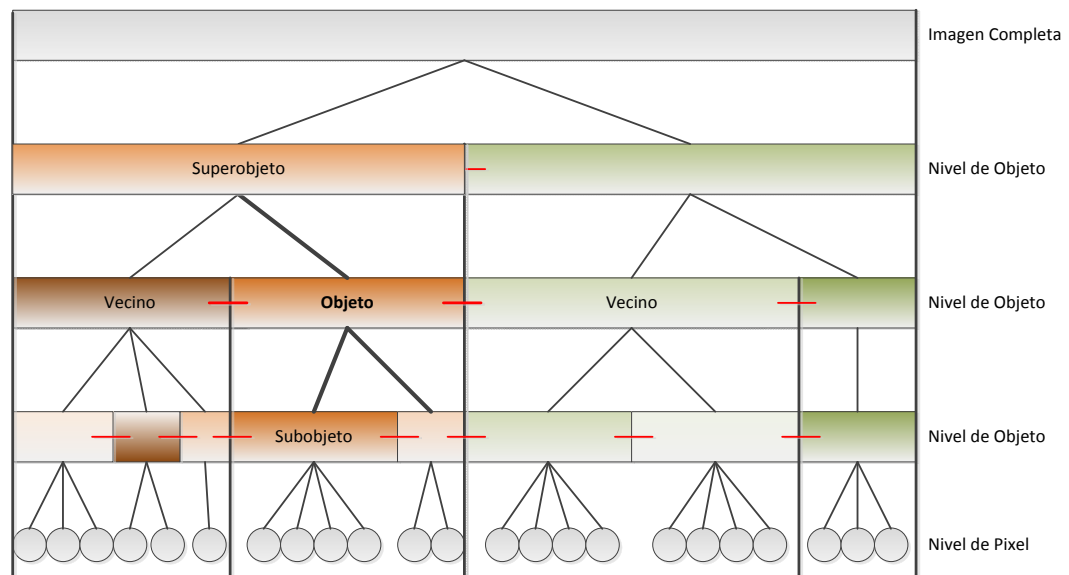


Figura N°2. Jerarquía de objetos de imagen y vínculos entre objetos (Reproducida desde Definiens, 2008)

- Ventajas y desventajas de la clasificación orientada a objetos

En líneas generales, las ventajas de un enfoque orientado a objeto serían las siguientes (Kumar, N., 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, M. et al, 2008; Kumar, N.,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, M. et al, 2008)
- requerir idealmente de un conocimiento profundo de los elementos que se desean clasificar y su problemática
- ser usualmente más dispendiosa en términos de tiempo requerido para llegar a resultados satisfactorios
- requerir de mucha 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 sólo información espectral sino de conocimiento de los elementos que se desea detectar y cuyo diagrama de flujo general se puede apreciar en la Figura N°3.

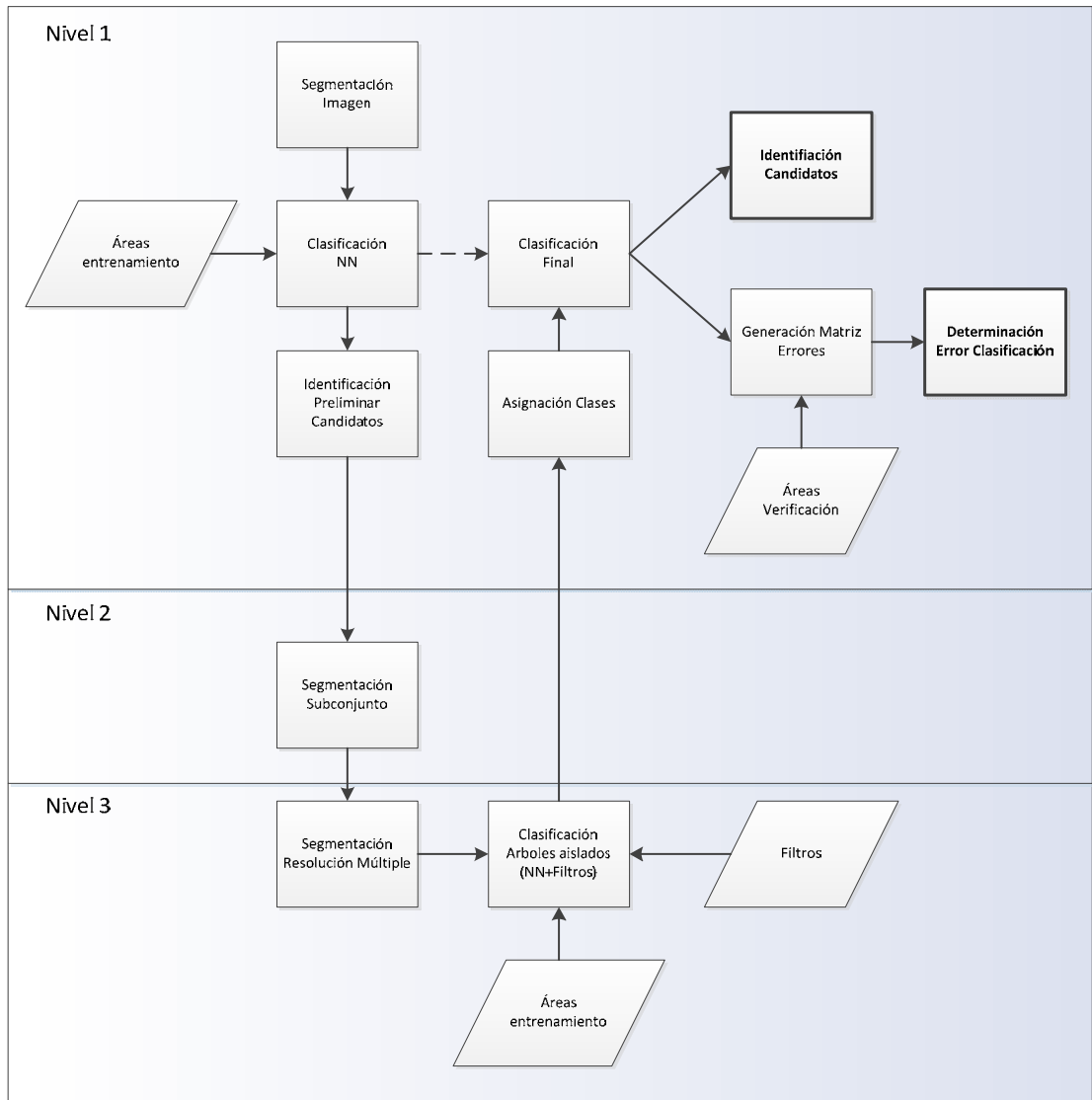


Figura N°3. Diagrama de flujo para identificación candidatos plantación joven

- Segmentación Inicial de Imágenes

El procedimiento de clasificación orientada a objetos partió 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, J., Jia, X., 2006; Liu, J.G., Mason, P., 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 sólo 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 fue exportado a shapefile 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 y Bibliografía

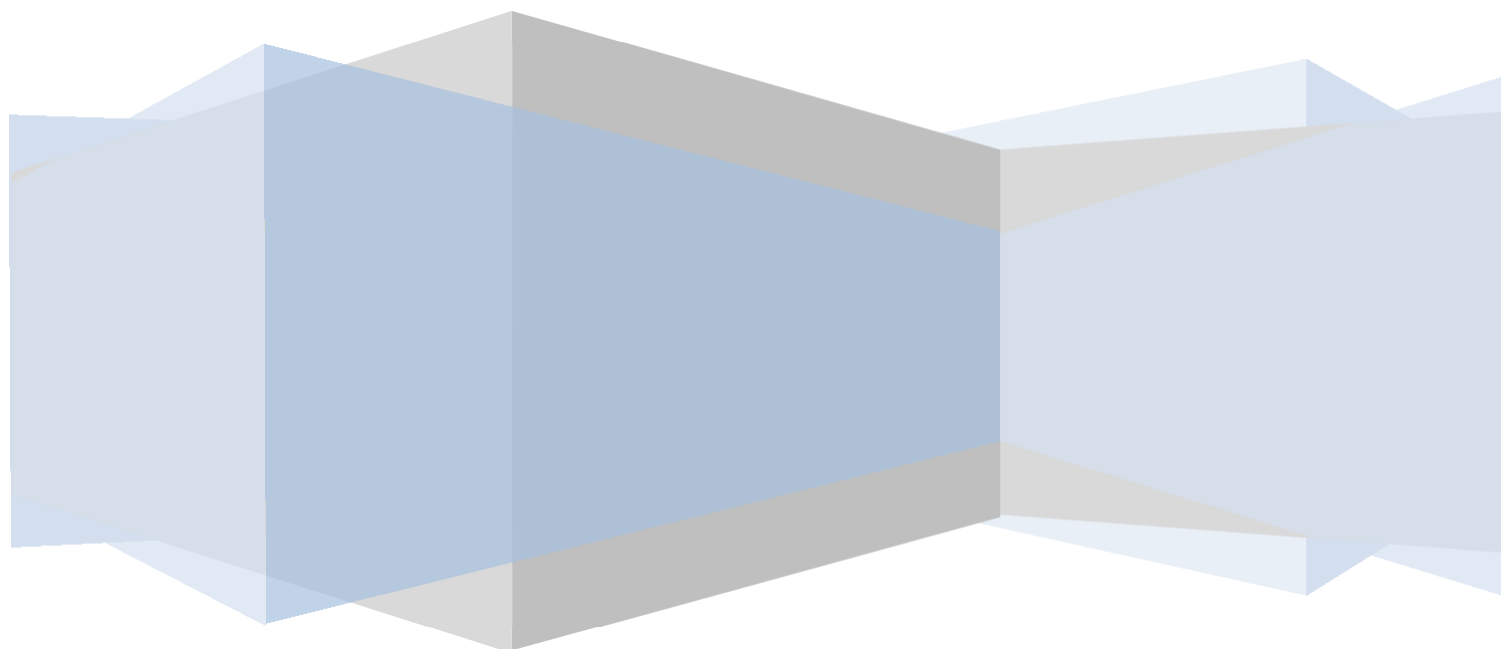
- Definiens AG, 2008. Definiens Developer 7 - User Guide. Definiens AG. 536 pp.
- Dixon, B. & Howitt R. 1979. Continuous Forest inventory using a linear filter. *Forest Science* 25:675-698.
- Gayoso, J., Guerra J. y D. Alarcón. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Proyecto FONDEF D9811076. Universidad Austral de Chile. 50 p.
- Haig I.T. 1946. *Forest Resources of Chile, As a Basis for Industrial Expansion*.
- IPCC. 1996. *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 3. Revised Version. London.
- Kangas A., 1991. Updated measurement data as prior information in forest Inventory. *Silva Fennica* 1991, Vol 25 N°3:180-191
- Kampouraki, M., Wood, G.A., Brewer, T.R., 2008. "Opportunities and limitations of object-based image analysis for detecting urban impervious and vegetated surfaces using true-colour aerial photography" en *ObjectBased Image Analysis*. Springer. Pp 555-569.
- Kumar, N., 2007. *Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm*. CRC Press. 206pp.
- Liu, J.G., Mason, P., 2009. *Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing*. Wiley Blackwell. 462pp.
- Loetsch-Haller 1964. *Forest Inventory*. BLV
- Matern B. 1960. *Spatial Variation. Stochastic models and their application to some problems in forest survey and other sampling investigations*
- Scheuder H.T. et al 1998. *Plot Designs for Ecological Monitoring of Forest and Range*. North American Science Symposium, Mexico.
- Scheuder H.T., T.Gregoire, G.Wood 1993. *Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory*.
- Proyecto FONDEF D9911076. 2002. *Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono*. Informe Técnico. Universidad Austral de Chile. 35 p.
- Proyecto FONDEF D9911076. 2000. *Métodos de Medición y Funciones de Biomasa Forestal*. 38p. Universidad Austral de Chile.
- Proyecto FONDEF D9911076. 2001. *Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales*. 15 p. Universidad Austral de Chile.
- Richards, J., Jia, X., 2006. *Remote Sensing Digital Image Analysis – An Introduction*. 4th Ed. Springer Verlag. 455pp.

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES

CAPITULO II

INSTITUTO FORESTAL



Inventario de Plantaciones

Los recursos forestales de plantaciones en Chile

Dentro del marco de trabajo del Programa de Monitoreo de Sustentabilidad de los Ecosistemas Forestales del Instituto Forestal (INFOR), se encuentra el Inventario Continuo de Ecosistemas Forestales del país. 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 y sus orígenes se remontan al año 1979-80.

Este programa, se sustenta en dos pilares fundamentales: el seguimiento de la cobertura de plantaciones forestales (actualización) en el país 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 a Diciembre de 2014 incluyó las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Bío Bío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén.

A través del convenio de colaboración firmado por INFOR con empresas forestales asociadas a la Corporación Chilena de la Madera (CORMA), éstas aportan información patrimonial de plantaciones en el formato acordado en conjunto con INFOR; esta fuente es de alta importancia, ya que constituye una información de fuente directa del patrimonio y terrenos bajo administración de las empresas forestales más relevantes del país, las que concentran y explican la mayor participación de la superficie de plantaciones a nivel nacional. Las siguientes empresas forestales participan año a año en el proceso de actualización:

Forestal Arauco S.A.
Forestal Mininco S.A.
MASISA S.A.
Volterra S.A.
Forestal Tierra Chilena Ltda.

Durante el año 2014 la empresa MASISA S.A. vendió parte de su patrimonio a la empresa estadounidense Hancock Natural Resource Group; este informe incluye plantaciones de la empresa Hancock ubicadas en las regiones de la Araucanía y Los Ríos.

Por otra parte, INFOR compila y procesa la información correspondiente a los Pequeños y Medianos Propietarios forestales (PYMP), grupo conformado tanto por personas naturales, como por aquellas empresas que no están en el convenio antes mencionado.

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

En el caso particular de las plantaciones del año 2014 de PYMP, se realizaron muestreos regionales para comprobar el nivel de cumplimiento de las intenciones de plantación expresadas en información provista por CONAF (forestaciones y reforestaciones), actividad similar se realizó durante la actualización anterior (2013). Esta información se contabiliza y permanece en base de datos, pero no en la cartografía digital de la PYMP, ya que esta se actualizará en la medida que se detecte en terreno o sean evidentes en las imágenes satelitales.

Las imágenes multiespectrales que se utilizaron como base en el período para este propósito corresponden al sensor OLI del satélite Landsat 8, cuyas bandas espectrales fueron realizadas a una resolución espacial de 15 x 15 metros haciendo uso de su banda pancromática. Estas imágenes fueron procesadas para detectar los cambios temporales ocurridos en las plantaciones forestales de PYMP; así se analizan las ganancias, es decir desarrollo 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.

Adicionalmente a las imágenes Landsat, se recurrió a imágenes satelitales 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 N° 1 a continuación.

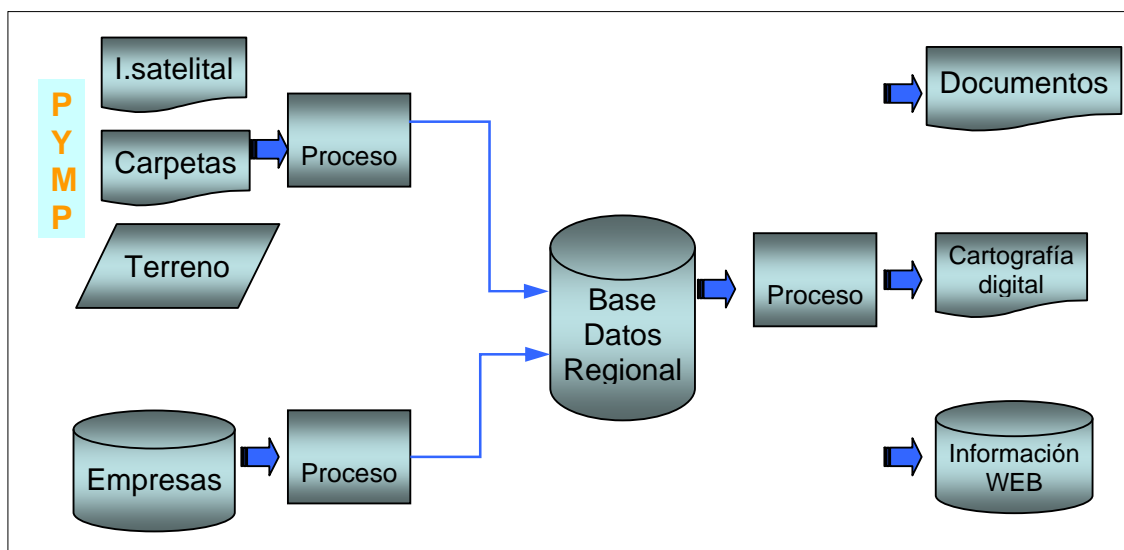


Figura N° 1. Esquema de trabajo actualización de plantaciones forestales

Finalmente, los resultados obtenidos se traducen en documentos, cartografía de plantaciones actualizada e información publicada en la WEB institucional.

Inventario dasométrico-ambiental de las plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad forestal (PYMP)

Además de la información de superficie de plantaciones, durante los años 2010 y 2011, se realizó un inventario a las plantaciones de Pino radiata de PYMP, en la región del Bío Bío; y se repasaron algunos puntos de muestreo de las regiones del Bío Bío y Araucanía principalmente Eucalyptus; esto, para conocer las existencias volumétricas de las principales especies plantadas en el país de parte de este segmento de propietarios (PYMP). Las plantaciones de pino fueron estratificadas por edad en clases cada cinco años, en tanto para Eucalyptus las clases utilizadas fueron cada tres años (Cuadros 1 y 2 respectivamente). En ambos casos, la primera clase de edad no fue considerada en el inventario.

Cuadro 1. Clases de Edad para Pino radiata de PYMP

| ESPECIE | CÓDIGO CLASE | CLASE EDAD |
|--------------|--------------|------------|
| Pino radiata | 2 | 6-10 |
| | 3 | 11-15 |
| | 4 | 16-20 |
| | 5 | >= 21 |

Cuadro 2. Clases de Edad para Eucalyptus de PYMP

| ESPECIE | CÓDIGO CLASE | CLASE EDAD |
|------------|--------------|------------|
| Eucalyptus | 7 | 4-6 |
| | 8 | 7-9 |
| | 9 | >= 10 |

Se levantaron datos de 70 unidades muestrales asociadas a la región del Maule y BíoBío. Estas unidades muestrales se distribuyeron en forma proporcional al tamaño del estrato, y fueron seleccionadas al azar. Cada punto muestral correspondes 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 N° 2.

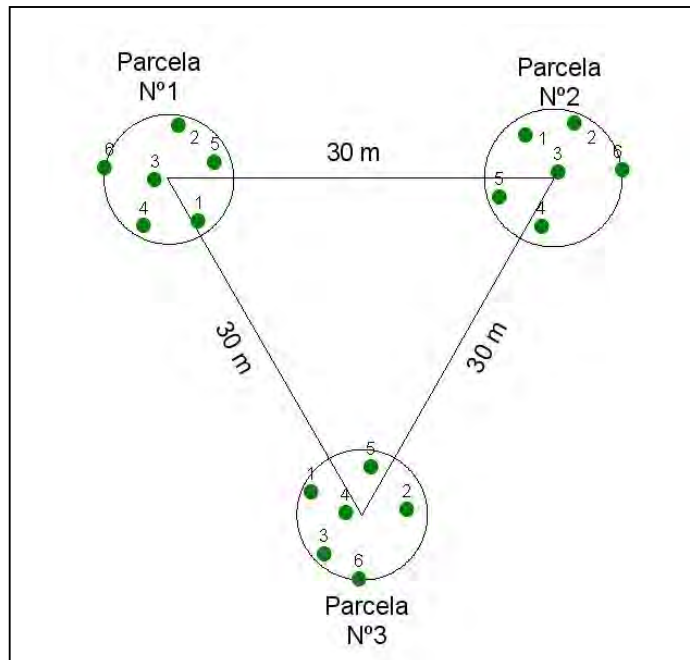


Figura Nº 2. Forma del conglomerado (diámetro de círculos es solamente referencial)

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 midió la distancia al sexto árbol más cercano del centro de la parcela y posteriormente se midieron las variables DAP-Altura en los seis árboles más cercanos.

En la parcela Nº 1 se establecieron 3 subparcelas de vegetación de 1 m^2 , 2 m^2 y 3 m^2 , su distribución se muestra en la siguiente figura 3.

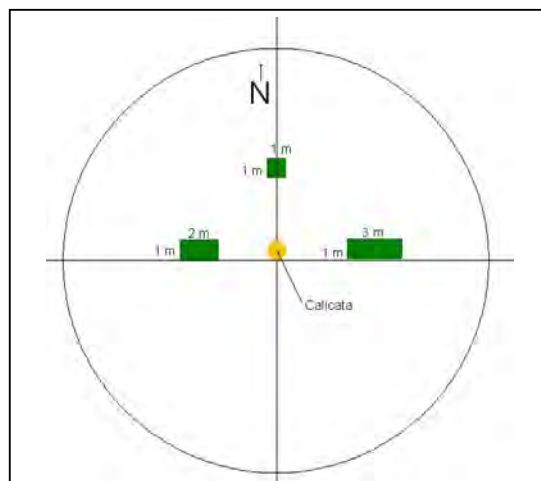


Figura Nº 3. Subparcelas de vegetación

En la primera parcela del conglomerado, se realiza también 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 consideró 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 fueron los siguientes: 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, hinchas diamétricas, pentaprisma de Wheeler, calibrador de corteza, entre otros.

Resultados

Los cuadros detallados a continuación describen las existencias en superficie de la cobertura de las plantaciones forestales del país a diciembre del 2014. Las plantaciones forestales del país alcanzan los 2,43 millones de hectáreas, lo que implica una disminución en superficie de plantaciones en pie de 20.869 ha, respecto del año anterior. Es la primera vez que se registra un decrecimiento desde que se aplica este método y de acuerdo a lo informado, el mayor impacto proviene de las empresas en convenio.

En cuanto a las tres especies más plantadas en Chile, *Pinus radiata* presenta una disminución de 35.633 ha en comparación con el año 2013. En cambio, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* incrementan para el período su superficie en 9.789 ha y 8.400 ha respectivamente.

El detalle de estas plantaciones por región y especie se desglosa en cuadro 3 a continuación.

Cuadro N° 3
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES FORESTALES SEGÚN ESPECIES Y REGIÓN
DICIEMBRE 2014

| Región | ESPECIE | | | | | | | TOTAL |
|-----------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------------|---------------|------------------|
| | Atriplex spp | E. globulus | E. nitens | Pinus ponderosa | Pinus radiata | Pseudotsuga menziesii | Otras | |
| Coquimbo | 60.772 | 2.871 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.509 | 84.152 |
| Valparaíso | 0 | 38.200 | 0 | 0 | 8.159 | 0 | 1.105 | 47.463 |
| Metropolitana | 0 | 5.957 | 0 | 0 | 17 | 0 | 521 | 6.495 |
| O'Higgins | 0 | 49.745 | 14 | 0 | 75.656 | 0 | 1.891 | 127.306 |
| Maule | 0 | 46.259 | 2.064 | 0 | 396.072 | 217 | 3.902 | 448.513 |
| Bío Bío | 0 | 237.633 | 96.592 | 685 | 582.894 | 340 | 8.387 | 926.530 |
| Araucanía | 0 | 149.747 | 61.981 | 2.822 | 257.056 | 7.245 | 4.631 | 483.482 |
| Los Ríos | 0 | 19.814 | 59.675 | 3 | 98.138 | 4.402 | 4.851 | 186.883 |
| Los Lagos | 0 | 23.377 | 34.793 | 237 | 16.094 | 738 | 1.606 | 76.844 |
| Aysén | 0 | 0 | 7 | 21.541 | 0 | 4.206 | 13.300 | 39.053 |
| Total ha | 60.772 | 573.602 | 255.126 | 25.287 | 1.434.085 | 17.148 | 60.703 | 2.426.722 |

En el caso de las plantaciones de la especie *Pinus radiata* y las principales del género *Eucalyptus* (considera sólo *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*), las superficies por tipo de propietario y regiones se describen en cuadro a continuación.

Cuadro N° 4
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES DE *Pinus radiata* y *Eucalyptus*
POR REGIÓN Y TIPO DE PROPIETARIO
DICIEMBRE 2014

| Región | Pinus radiata | | Eucalyptus | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Empresas | PYMP | Empresas | PYMP |
| Coquimbo | 0 | 0 | 0 | 2.871 |
| Valparaíso | 0 | 8.159 | 0 | 38.200 |
| Metropolitana | 0 | 17 | 0 | 5.957 |
| O'Higgins | 7.820 | 67.836 | 49 | 49.710 |
| Maule | 226.539 | 169.533 | 12.852 | 35.471 |
| Bío Bío | 451.940 | 130.954 | 190.916 | 143.309 |
| Araucanía | 190.908 | 66.147,8 | 68.057 | 143.671,6 |
| Los Ríos | 91.066 | 7.072 | 31.836 | 47.654 |
| Los Lagos | 9.774 | 6.320 | 12.525 | 45.645 |
| Aysén | 0 | 0 | 2 | 5 |
| Total ha | 978.047 | 456.039 | 316.237 | 512.491 |

Del cuadro anterior se aprecia que la tendencia de plantaciones por tipo de propietario se mantiene, con la especie *Pinus radiata* concentrada en las Empresas en convenio, que experimentaron una disminución de 27 mil hectáreas respecto del año anterior; mientras que para el caso de PYMP, la superficie de Pino bajó en 8 mil hectáreas. Para la situación del género *Eucalyptus* las existencias, pertenecientes en su mayoría a PYMP; experimentaron un incremento de 10.500 ha en Empresas y 7.600 ha en PYMP, en relación al año 2013.

Respecto de las tendencias de las tasas de plantaciones (forestaciones y reforestaciones) en los últimos seis años, por tipo de propietarios y especie, estas muestran un comportamiento uniforme para Pino radiata en las empresas, en torno a las 38 mil ha, y una tendencia a la reducción de plantaciones con esta especie en la PYMP. Similar efecto ocurre con *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* para la PYMP. Las Empresas en convenio muestran un comportamiento uniforme en lo referente a *Eucalyptus nitens*, con una tendencia al alza para *Eucalyptus globulus*, tal como se detalla en cuadro 5.

Cuadro N° 5
SUPERFICIE (ha) POR ESPECIE Y TIPO DE PROPIETARIO, ÚLTIMOS SEIS AÑOS

| Año | Pinus radiata | | Eucalyptus globulus | | Eucalyptus nitens | | Total |
|--------------|----------------|---------------|---------------------|----------------|-------------------|---------------|----------------|
| | Empresas | PYMP | Empresas | PYMP | Empresas | PYMP | |
| 2009 | 39.731 | 17.449 | 12.701 | 22.878 | 10.709 | 12.323 | 115.791 |
| 2010 | 38.690 | 16.333 | 7.015 | 21.647 | 9.841 | 8.708 | 102.234 |
| 2011 | 36.108 | 13.355 | 9.377 | 18.334 | 11.868 | 6.610 | 95.652 |
| 2012 | 36.893 | 14.974 | 11.219 | 20.846 | 10.593 | 6.568 | 101.094 |
| 2013 | 39.373 | 11.947 | 14.966 | 15.425 | 11.062 | 5.975 | 98.748 |
| 2014 | 36.747 | 6.375 | 15.027 | 6.309 | 11.397 | 2.313 | 78.170 |
| Total | 227.541 | 80.433 | 70.306 | 105.439 | 65.470 | 42.498 | 591.688 |

El Recurso Plantaciones Forestales por Regiones

Los cuadros presentados a continuación comprenden el resumen de resultados generado a partir de la actualización de superficies a Diciembre de 2014, por región.

Región de Coquimbo

La región de Coquimbo contabiliza un total de 84.152 ha de plantaciones, con predominancia del género Atriplex y Acacia.

Cuadro N° 6
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR COMUNAS Y ESPECIES.
REGIÓN DE COQUIMBO

| Comuna | Atriplex spp. | Acacia saligna | E.globulus | Otras | Total |
|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| La Serena | 7,0 | 379,3 | 511,1 | 736,8 | 1.634,2 |
| La Higuera | 38,9 | 337,1 | 19,5 | 13,1 | 408,5 |
| Coquimbo | 12.854,6 | 3.954,3 | 302,0 | 432,3 | 17.543,1 |
| Andacollo | 255,0 | 6,8 | 8,4 | 223,1 | 493,3 |
| Vicuña | 4,2 | 4,2 | 46,3 | 39,9 | 94,6 |
| Paiguano | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 2,6 | 3,4 |
| Prov. Elqui | 13.159,6 | 4.682,6 | 887,3 | 1.447,7 | 20.177,1 |
| Ovalle | 14.185,3 | 5.615,5 | 909,5 | 643,1 | 21.353,4 |
| Monte Patria | 452,5 | | 141,8 | 1.212,2 | 1.806,5 |
| Punitaqui | 989,6 | 462,2 | 94,1 | 204,3 | 1.750,2 |
| Combarbalá | 214,4 | 113,2 | 8,7 | 200,4 | 536,6 |
| Río Hurtado | 60,5 | 54,4 | 31,4 | 54,2 | 200,5 |
| Prov. Limarí | 15.902,3 | 6.245,2 | 1.185,5 | 2.314,2 | 25.647,2 |
| Illapel | 2.902,2 | 595,1 | 172,1 | 294,5 | 3.963,9 |
| Salamanca | 1,4 | 58,8 | 33,3 | 123,4 | 216,9 |
| Los Vilos | 12.337,5 | 671,4 | 501,7 | 442,1 | 13.952,8 |
| Canela | 16.468,5 | 2.371,3 | 90,9 | 1.262,9 | 20.193,6 |
| Prov. Choapa | 31.709,6 | 3.696,7 | 798,0 | 2.122,9 | 38.327,2 |
| Total | 60.771,5 | 14.624,4 | 2.870,7 | 5.884,8 | 84.151,5 |

La distribución de años de plantación por especies se detalla en cuadro 7 a continuación.

Cuadro N° 7
DISTRIBUCIÓN SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIES Y AÑO DE PLANTACIÓN.
REGIÓN DE COQUIMBO

| Año | Atriplex spp. | Acacia saligna | E. globulus | Otras | Total |
|-------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| <1994 | 41.487,4 | 880,6 | 1.052,9 | 3.160,6 | 46.581,5 |
| 1994 | 2.068,9 | 45,3 | 273,3 | 36,5 | 2.424,0 |
| 1995 | 1.260,8 | 66,3 | 146,9 | 71,9 | 1.545,9 |
| 1996 | 798,2 | 22,4 | 14,7 | 27,6 | 862,9 |
| 1997 | 1.481,5 | 62,3 | 18,5 | 26,9 | 1.589,2 |
| 1998 | 2,8 | 17,2 | 118,2 | 30,6 | 168,8 |
| 1999 | 1.533,2 | 85,4 | 90,3 | 89,7 | 1.798,6 |
| 2000 | 2.407,6 | 147,9 | 46,9 | 97,2 | 2.699,6 |
| 2001 | 2.027,4 | 403,1 | 104,7 | 156,0 | 2.691,2 |
| 2002 | 2.666,8 | 2.240,4 | 103,5 | 196,5 | 5.207,2 |
| 2003 | 1.522,0 | 2.107,8 | 30,0 | 147,2 | 3.806,9 |
| 2004 | 1.011,0 | 2.671,9 | 56,1 | 622,8 | 4.361,8 |
| 2005 | 325,1 | 2.473,8 | 62,6 | 618,7 | 3.480,2 |
| 2006 | 509,5 | 2.397,8 | 86,2 | 110,2 | 3.103,7 |
| 2007 | 19,0 | 834,4 | 124,6 | 295,4 | 1.273,4 |
| 2008 | 397,9 | 147,7 | 72,1 | 138,0 | 755,7 |
| 2009 | 239,4 | 20,1 | 218,4 | 55,6 | 533,5 |
| 2010 | 810,9 | 0,0 | 143,5 | 0,0 | 954,4 |
| 2011 | 202,2 | 0,0 | 0,0 | 3,5 | 205,7 |
| 2012 | 0,0 | 0,0 | 58,5 | 0,0 | 58,5 |
| 2013 | 0,0 | 0,0 | 48,9 | 0,0 | 48,9 |
| 2014 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Total (ha) | 60.771,5 | 14.624,4 | 2.870,7 | 5.884,8 | 84.151,5 |

El inventario de la Región se muestra muy irregular con baja presencia de edades jóvenes, tendencia que se refleja en el total, y está controlada por las especies *Atriplex spp* y *Acacia saligna*.

La región de Valparaíso contabiliza 47.463 hectáreas, cifra levemente inferior al año anterior.

Cuadro N° 8
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR COMUNAS Y ESPECIES.
REGIÓN DE VALPARAÍSO

| Comunas | Pino radiata | E. globulus | Otras | Total |
|--------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| La Ligua | 304,3 | 1.157,5 | 367,1 | 1.828,9 |
| Cabildo | 0,0 | 9,0 | 0,0 | 9,0 |
| Zapallar | 63,0 | 1.244,3 | 19,4 | 1.326,7 |
| Papudo | 84,4 | 132,3 | 616,1 | 832,8 |
| Prov. Petorca | 451,7 | 2.543,1 | 1.002,6 | 3.997,4 |
| Vaparaíso | 2.253,6 | 5.222,0 | 2,5 | 7.478,1 |
| Viña del Mar | 161,3 | 187,1 | 0,0 | 348,4 |
| Casablanca | 2.862,0 | 7.449,3 | 0,0 | 10.311,3 |
| Quintero | 28,2 | 576,9 | 0,0 | 605,1 |
| Puchuncaví | 179,3 | 2.097,9 | 2,1 | 2.279,3 |
| Concón | 180,1 | 379,8 | 6,5 | 566,4 |
| Prov. Valparaíso | 5.664,5 | 15.913,0 | 11,1 | 21.588,6 |
| Villa Alemana | 3,3 | 57,4 | 0 | 60,7 |
| Quilpué | 15,7 | 996,1 | 0,0 | 1.011,8 |
| Limache | 0,0 | 1.357,4 | 0,0 | 1.357,4 |
| Olmué | 0,0 | 85,1 | 9,7 | 94,8 |
| Prov. Marga Marga | 19,0 | 2.496,0 | 9,7 | 2.524,7 |
| San Antonio | 320,9 | 3.642,2 | 0,0 | 3.963,1 |
| Santo Domingo | 497,5 | 4.945,0 | 25,2 | 5.467,7 |
| Cartagena | 127,1 | 2.516,1 | 0 | 2.643,2 |
| El Tabo | 172,2 | 3.380,9 | 0,0 | 3.553,1 |
| El Quisco | 447,0 | 1.027,7 | 0,0 | 1.474,7 |
| Algarrobo | 452,3 | 1.310,8 | 47,8 | 1.810,9 |
| Prov. San Antonio | 2.017,0 | 16.822,7 | 73,0 | 18.912,7 |
| Quillota | 3,1 | 140,4 | 0,0 | 143,5 |
| Nogales | 0,0 | 27,0 | 0,0 | 27,0 |
| Hijuelas | 3,7 | 69,9 | 0 | 73,6 |
| La Calera | 0,0 | 2,7 | 0,0 | 2,7 |
| Prov. Quillota | 6,8 | 240,0 | 0,0 | 246,8 |
| Panquehue | 0,0 | 64,8 | 0,0 | 64,8 |
| Catemu | 0,0 | 66,9 | 0,0 | 66,9 |
| Llailay | 0,0 | 38,5 | 0,0 | 38,5 |
| Prov. San Felipe | 0,0 | 170,2 | 0,0 | 170,2 |
| Calle Larga | 0,0 | 14,5 | 0 | 14,5 |
| San Esteban | 0,0 | 0,0 | 8,3 | 8,3 |
| Prov. Los Andes | 0,0 | 14,5 | 8,3 | 22,8 |
| Total (ha) | 8.159,0 | 38.199,5 | 1.104,7 | 47.463,2 |

En la región predominan las plantaciones con la especie *Eucalyptus globulus*, concentradas en las provincias de Valparaíso y San Antonio.

Cuadro Nº 9
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN
REGIÓN DE VALPARAISO

| Año | Pino radiata | E. globulus | Otras | Total |
|-------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| < 1994 | 4020,7 | 2029,5 | 318,5 | 6.368,7 |
| 1994 | 394,8 | 332,3 | 17,9 | 745,0 |
| 1995 | 574,8 | 372,3 | 7,3 | 954,4 |
| 1996 | 67,6 | 288,6 | 0,0 | 356,2 |
| 1997 | 159 | 408,1 | 0 | 567,1 |
| 1998 | 472 | 468,6 | 0 | 940,6 |
| 1999 | 188,7 | 944,4 | 323,4 | 1.456,5 |
| 2000 | 534 | 3792,2 | 2,5 | 4.328,7 |
| 2001 | 379 | 2165,4 | 22,5 | 2.566,9 |
| 2002 | 285,7 | 2351,7 | 39,9 | 2.677,3 |
| 2003 | 279,4 | 2647,3 | 47,9 | 2.974,6 |
| 2004 | 29,6 | 3623,4 | 93,7 | 3.746,7 |
| 2005 | 139 | 3389,5 | 123,5 | 3.652,0 |
| 2006 | 88,9 | 3126 | 0 | 3.214,9 |
| 2007 | 286,1 | 2321 | 0 | 2.607,1 |
| 2008 | 94,1 | 1089,8 | 0 | 1.183,9 |
| 2009 | 62,7 | 1905 | 0,0 | 1.967,7 |
| 2010 | 49,3 | 2667 | 42,7 | 2.759,0 |
| 2011 | 21 | 1933,3 | 64,9 | 2.019,2 |
| 2012 | 26,6 | 1327,3 | 0,0 | 1.353,9 |
| 2013 | 0 | 617,5 | 0 | 617,5 |
| 2014 | 6 | 399,3 | 0 | 405,3 |
| Total (ha) | 8.159,0 | 38.199,5 | 1.104,7 | 47.463,2 |

Al observar la distribución de los años de plantación en la región se destaca la tendencia a baja superficie de edades jóvenes en Pino radiata.

Región Metropolitana

Esta región acumula 6.495 ha de plantaciones, incrementándose levemente respecto del año anterior, con la provincia de Melipilla concentrando las mayores superficies.

Cuadro Nº 10
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR COMUNAS Y ESPECIES
REGIÓN METROPOLITANA

| Comunas | Pino radiata | E. globulus | Otras | Total (ha) |
|-------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| Huechuraba | 0,0 | 13,7 | 0,0 | 13,7 |
| Recoleta | 0,0 | 287,2 | 0,0 | 287,2 |
| Vitacura | 0,0 | 10,5 | 0,0 | 10,5 |
| Lo Barnechea | 0,0 | 0,0 | 2,4 | 2,4 |
| Peñalolén | 0,0 | 9,3 | 0,0 | 9,3 |
| La Florida | 0,0 | 20,8 | 0,0 | 20,8 |
| Pudahuel | 0,0 | 35,4 | 115,3 | 150,7 |
| Renca | 0,0 | 74,0 | 0,0 | 74,0 |
| Prov. Santiago | 0,0 | 450,9 | 117,7 | 568,6 |
| Colina | 0,0 | 588,8 | 90,2 | 679,0 |
| Lampa | 0,0 | 9,3 | 0,0 | 9,3 |
| Tiltil | 0,0 | 329,2 | 63,2 | 392,4 |
| Prov. Chacabuco | 0,0 | 927,3 | 153,4 | 1.080,7 |
| Puente Alto | 0,0 | 30,1 | 8,9 | 39,0 |
| San José de Maipo | 9,5 | 7,1 | 0,0 | 16,6 |
| Pirque | 0,0 | 124,3 | 0,0 | 124,3 |
| Prov. Cordillera | 9,5 | 161,5 | 8,9 | 179,9 |
| Buín | 0,0 | 24,1 | 0,0 | 24,1 |
| Paine | 0,0 | 68,4 | 3,1 | 71,5 |
| Prov. Maipo | 0,0 | 92,5 | 3,1 | 95,6 |
| Melipilla | 0,0 | 374,0 | 15,3 | 389,3 |
| María Pinto | 0,0 | 15,5 | 0,0 | 15,5 |
| Curacaví | 0,0 | 98,4 | 0,0 | 98,4 |
| Alhué | 0,0 | 62,8 | 180,2 | 243,0 |
| San Pedro | 7,7 | 3.499,1 | 42,6 | 3.549,4 |
| Prov. Melipilla | 7,7 | 4.049,8 | 238,1 | 4.295,6 |
| Talagante | 0,0 | 96,6 | 0,0 | 96,6 |
| Isla de Maipo | 0,0 | 107,2 | 0,0 | 107,2 |
| El Monte | 0,0 | 71,0 | 0,0 | 71,0 |
| Prov. Talagante | 0,0 | 274,8 | 0,0 | 274,8 |
| Total (ha) | 17,2 | 5.956,8 | 521,2 | 6.495,2 |

La principal especie plantada es *Eucalyptus globulus*, y representa el 92% de la superficie plantada en la región Metropolitana.

Cuadro Nº 11
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN
REGIÓN METROPOLITANA

| Año | Pino radiata | E. globulus | Otras | Total (ha) |
|-------------------|---------------------|--------------------|--------------|-------------------|
| <1994 | 17,2 | 351,2 | 16,3 | 384,7 |
| 1994 | 0,0 | 14,5 | 0,0 | 14,5 |
| 1995 | 0,0 | 18,9 | 1,0 | 19,9 |
| 1996 | 0,0 | 34,4 | 0,0 | 34,4 |
| 1997 | 0,0 | 42,6 | 0,0 | 42,6 |
| 1998 | 0,0 | 140,7 | 4,9 | 145,6 |
| 1999 | 0,0 | 35,4 | 0,0 | 35,4 |
| 2000 | 0,0 | 148,7 | 0,0 | 148,7 |
| 2001 | 0,0 | 273,4 | 0,0 | 273,4 |
| 2002 | 0,0 | 130,5 | 0,0 | 130,5 |
| 2003 | 0,0 | 440,5 | 4,2 | 444,7 |
| 2004 | 0,0 | 228,3 | 21,8 | 250,1 |
| 2005 | 0,0 | 379,0 | 66,4 | 445,4 |
| 2006 | 0,0 | 349,6 | 0,0 | 349,6 |
| 2007 | 0,0 | 235,5 | 101,8 | 337,3 |
| 2008 | 0,0 | 997,0 | 188,8 | 1.185,8 |
| 2009 | 0,0 | 596,4 | 55,6 | 652,0 |
| 2010 | 0,0 | 499,6 | 60,4 | 560,0 |
| 2011 | 0,0 | 357,5 | 0,0 | 357,5 |
| 2012 | 0,0 | 194,4 | 0,0 | 194,4 |
| 2013 | 0,0 | 247,6 | 0,0 | 247,6 |
| 2014 | 0,0 | 241,1 | 0,0 | 241,1 |
| Total (ha) | 17,2 | 5.956,8 | 521,2 | 6.495,2 |

Las plantaciones de Pino radiata son muy escasas y tienden a desaparecer con el tiempo. En tanto *Eucalyptus globulus*, luego de alcanzar la tasa más alta de plantaciones en el año 2008, presenta una tendencia decreciente en los años posteriores.

Región de O'Higgins

La región de O'Higgins acumula un total regional de 127.306 ha de plantaciones, ligeramente superior al año 2013.

Cuadro Nº 12
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR COMUNAS Y ESPECIES
REGIÓN DE O'HIGGINS

| Comunas | Pinus radiata | E. globulus | E.nitens | Otras | Total |
|------------------------|-----------------|-----------------|-------------|----------------|-----------------|
| Rancagua | 0,0 | 122,4 | 0,0 | 7,8 | 130,2 |
| Machalí | 0,0 | 22,1 | 0,0 | 19,9 | 42,0 |
| Graneros | 14,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,9 |
| Mostazal | 0,0 | 668,8 | 0,0 | 0,0 | 668,8 |
| Doñihue | 0,0 | 26,9 | 0,0 | 59,7 | 86,6 |
| Coltauco | 0,0 | 33,4 | 0,0 | 652,2 | 685,6 |
| Codegua | 0,0 | 222,7 | 0,0 | 0,0 | 222,7 |
| Peumo | 0,0 | 21,0 | 0,0 | 9,0 | 30,0 |
| Las Cabras | 91,4 | 562,7 | 0,0 | 7,5 | 661,6 |
| San Vicente | 0,0 | 85,8 | 0,0 | 5,0 | 90,8 |
| Pichidegua | 9,5 | 81,0 | 0,0 | 7,9 | 98,5 |
| Rengo | 0,0 | 263,3 | 0,0 | 5,7 | 269,0 |
| Requinoa | 0,0 | 368,6 | 0,0 | 47,5 | 416,1 |
| Olivar | 0,0 | 5,1 | 0,0 | 24,2 | 29,3 |
| Malloa | 0,0 | 24,6 | 0,0 | 31,0 | 55,6 |
| Coinco | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 615,6 | 617,6 |
| Quinta Tilcoco | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 23,6 | 23,6 |
| Prov. Cachapoal | 115,8 | 2.510,5 | 0,0 | 1.516,7 | 4.143,0 |
| San Fernando | 1.152,1 | 388,6 | 13,6 | 2,1 | 1.556,4 |
| Chimbarongo | 0,0 | 190,3 | 0,0 | 0,0 | 190,3 |
| Nancagua | 1,3 | 18,4 | 0,0 | 0,0 | 19,7 |
| Placilla | 2,5 | 53,5 | 0,0 | 55,2 | 111,2 |
| Santa Cruz | 1.297,7 | 486,5 | 0,0 | 0,0 | 1.784,1 |
| Lolol | 6.344,1 | 3.417,2 | 0,0 | 38,2 | 9.799,5 |
| Palmilla | 0,0 | 95,2 | 0,0 | 0,0 | 95,2 |
| Peralillo | 324,5 | 799,4 | 0,0 | 12,8 | 1.136,7 |
| Chépica | 3.334,2 | 292,9 | 0,0 | 37,4 | 3.664,5 |
| Pumanque | 5.281,3 | 4.296,9 | 0,0 | 1,0 | 9.579,2 |
| Prov. Colchagua | 17.737,6 | 10.039,0 | 13,6 | 146,6 | 27.936,9 |
| Pichilemu | 22.649,9 | 11.643,7 | 0,0 | 80,0 | 34.373,6 |
| Navidad | 637,6 | 3.159,3 | 0,0 | 0,0 | 3.796,9 |
| Litueche | 6.662,0 | 6.643,0 | 0,0 | 99,0 | 13.404,0 |
| La Estrella | 661,3 | 2.077,2 | 0,0 | 9,0 | 2.747,4 |
| Marchigüe | 8.591,3 | 5.623,6 | 0,0 | 0,9 | 14.215,8 |
| Paredones | 18.600,3 | 8.049,2 | 0,0 | 39,3 | 26.688,8 |

| | | | | | |
|---------------------|-----------------|-----------------|-------------|----------------|------------------|
| Prov. Cardenal Caro | 57.802,4 | 37.196,0 | 0,0 | 228,2 | 95.226,6 |
| Total (ha) | 75.655,9 | 49.745,4 | 13,6 | 1.891,5 | 127.306,4 |

El cuadro a continuación describe el inventario de plantaciones en sus años de plantación por especie.

Cuadro Nº 13
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIE Y AÑO DE PLANTACIÓN
REGIÓN DE O'HIGGINS

| Año | Pinus radiata | E. globulus | E.nitens | Otras | Total |
|-------------------|-----------------|-----------------|-------------|----------------|------------------|
| <1994 | 10.704,5 | 2.002,0 | 0,0 | 494,3 | 13.200,7 |
| 1994 | 3.470,9 | 756,9 | 0,0 | 199,9 | 4.427,7 |
| 1995 | 3.916,0 | 325,1 | 0,0 | 235,9 | 4.477,0 |
| 1996 | 144,3 | 72,2 | 0,0 | 223,1 | 439,7 |
| 1997 | 1.951,5 | 407,1 | 0,0 | 143,6 | 2.502,2 |
| 1998 | 5.837,7 | 643,6 | 0,0 | 87,8 | 6.569,1 |
| 1999 | 4.385,2 | 344,1 | 13,6 | 17,0 | 4.759,8 |
| 2000 | 6.830,8 | 2.797,9 | 0,0 | 135,2 | 9.764,0 |
| 2001 | 3.956,7 | 1.594,1 | 0,0 | 41,9 | 5.592,7 |
| 2002 | 2.150,2 | 2.556,8 | 0,0 | 41,5 | 4.748,4 |
| 2003 | 3.773,5 | 2.947,5 | 0,0 | 15,5 | 6.736,5 |
| 2004 | 2.994,5 | 3.810,0 | 0,0 | 26,2 | 6.830,7 |
| 2005 | 3.926,4 | 6.134,0 | 0,0 | 118,7 | 10.179,2 |
| 2006 | 1.458,8 | 3.232,8 | 0,0 | 11,6 | 4.703,1 |
| 2007 | 725,8 | 2.604,6 | 0,0 | 12,2 | 3.342,5 |
| 2008 | 1.749,3 | 3.875,6 | 0,0 | 0,0 | 5.624,9 |
| 2009 | 2.698,2 | 4.430,4 | 0,0 | 2,3 | 7.130,9 |
| 2010 | 4.530,6 | 3.186,2 | 0,0 | 58,1 | 7.774,9 |
| 2011 | 2.688,8 | 2.291,2 | 0,0 | 0,0 | 4.980,0 |
| 2012 | 3.162,6 | 2.961,3 | 0,0 | 6,2 | 6.130,1 |
| 2013 | 4.008,1 | 2.510,0 | 0,0 | 20,5 | 6.538,6 |
| 2014 | 591,6 | 262,0 | 0,0 | 0,0 | 853,6 |
| Total (ha) | 75.655,9 | 49.745,4 | 13,6 | 1.891,5 | 127.306,4 |

Pinus radiata es la especie con mayor superficie plantada, seguida de *Eucalyptus globulus*. Ambas especies presentan un fuerte descenso en el último año.

Región del Maule

La región del Maule presentó 448.513 hectáreas de plantaciones a Diciembre del 2014, 12 mil hectáreas menos que el período anterior. La especie principal de esta región corresponde a Pino radiata, con el 88% de presencia relativa sobre las demás especies.

Cuadro Nº 14
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR COMUNAS y ESPECIES
REGIÓN DEL MAULE

| Comuna | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total |
|------------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|
| Curicó | 2.657,4 | 339,1 | 0,0 | 0,0 | 2.996,5 |
| Teno | 223,7 | 292,9 | 0,0 | 0,0 | 516,5 |
| Romeral | 2.833,5 | 359,9 | 48,7 | 0,0 | 3.242,1 |
| Rauco | 448,6 | 68,3 | 0,0 | 0,0 | 516,9 |
| Licantén | 10.017,2 | 925,0 | 0,0 | 0,0 | 10.942,2 |
| Vichuquén | 15.888,0 | 2.861,4 | 0,0 | 94,04653856 | 18.843,4 |
| Hualañé | 19.151,1 | 643,3 | 0,0 | 23,9 | 19.818,4 |
| Molina | 1.914,6 | 635,6 | 206,9 | 237,5 | 2.994,7 |
| Sag. Familia | 5.947,9 | 637,6 | 0,0 | 22,8 | 6.608,4 |
| Prov. Curicó | 59.082,1 | 6.763,0 | 255,6 | 378,3 | 66.479,1 |
| Talca | 325,4 | 131,1 | 230,9 | 0,0 | 687,5 |
| San Clemente | 13.877,2 | 789,4 | 848,0 | 8,2 | 15.522,7 |
| Pelarco | 2.752,5 | 645,2 | 208,0 | 0,0 | 3.605,7 |
| Río Claro | 3.242,7 | 938,3 | 137,2 | 14,4 | 4.332,6 |
| Pencahue | 26.219,0 | 1.037,3 | 0,0 | 17,1 | 27.273,4 |
| Maule | 1.544,0 | 109,5 | 0,0 | 25,7 | 1.679,2 |
| Curepto | 35.650,1 | 1.154,5 | 49,1 | 30,4 | 36.884,1 |
| Constitución | 63.798,5 | 5.407,1 | 0,0 | 538,4 | 69.744,1 |
| Empedrado | 27.680,3 | 661,0 | 0,0 | 27,5 | 28.368,8 |
| Prov. Talca | 175.089,7 | 10.873,4 | 1.473,2 | 661,7 | 188.098,0 |
| Linares | 5.958,6 | 951,9 | 0,0 | 0,0 | 6.910,6 |
| Yerbas Buenas | 204,5 | 431,5 | 12,9 | 0,0 | 648,9 |
| Colbún | 4.453,6 | 1.050,8 | 119,9 | 277,7 | 5.902,0 |
| Longaví | 15.544,6 | 730,5 | 82,2 | 3,0 | 16.360,4 |
| Parral | 16.245,9 | 938,0 | 86,2 | 62,9 | 17.333,0 |
| Retiro | 3.502,2 | 3.580,6 | 32,8 | 2.502,3 | 9.617,9 |
| Villa Alegre | 0,0 | 104,1 | 0,0 | 13,9 | 117,9 |
| San Javier | 32.860,9 | 1.853,6 | 0,0 | 44,7 | 34.759,2 |
| Prov. Linares | 78.770,4 | 9.641,1 | 334,0 | 2.904,5 | 91.650,0 |
| Cauquenes | 57.376,9 | 13.652,1 | 1,1 | 102,3 | 71.132,5 |
| Pelluhue | 8.640,3 | 2.923,0 | 0,0 | 18,6 | 11.581,9 |
| Chanco | 17.112,2 | 2.405,9 | 0,0 | 53,1 | 19.571,3 |
| Prov. Cauquenes | 83.129,4 | 18.981,1 | 1,1 | 174,1 | 102.285,7 |
| Total | 396.071,6 | 46.258,6 | 2.064,0 | 4.118,6 | 448.512,8 |

La provincia de Talca concentra el 42% de la superficie regional de plantaciones forestales. Las comunas de Cauquenes y Constitución son las que poseen mayor superficie de plantaciones a nivel nacional.

Cuadro Nº 15
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIES Y AÑO DE PLANTACIÓN
REGIÓN DEL MAULE

| Año | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total |
|--------------|---------------------|--------------------|------------------|----------------|------------------|
| < 1994 | 56.255,3 | 2.268,9 | 0,0 | 535,6 | 59.059,8 |
| 1994 | 12.484,6 | 451,4 | 36,2 | 87,4 | 13.059,5 |
| 1995 | 18.925,3 | 439,7 | 48,7 | 212,2 | 19.625,8 |
| 1996 | 17.815,3 | 250,4 | 122,4 | 203,2 | 18.391,2 |
| 1997 | 19.626,7 | 317,7 | 0,0 | 451,9 | 20.396,3 |
| 1998 | 14.268,9 | 384,1 | 28,8 | 204,5 | 14.886,4 |
| 1999 | 16.309,3 | 279,2 | 0,0 | 143,8 | 16.732,3 |
| 2000 | 15.650,0 | 666,3 | 0,0 | 191,4 | 16.507,8 |
| 2001 | 15.016,4 | 1.209,3 | 0,0 | 352,2 | 16.577,8 |
| 2002 | 15.623,7 | 1.825,4 | 18,7 | 132,3 | 17.600,1 |
| 2003 | 14.719,6 | 3.772,2 | 0,0 | 253,5 | 18.745,3 |
| 2004 | 21.168,4 | 5.173,9 | 77,9 | 514,1 | 26.934,3 |
| 2005 | 19.327,7 | 8.130,9 | 1,1 | 158,1 | 27.617,9 |
| 2006 | 22.379,6 | 4.608,0 | 114,2 | 288,1 | 27.389,9 |
| 2007 | 18.247,7 | 3.665,0 | 185,8 | 39,6 | 22.138,2 |
| 2008 | 14.021,7 | 2.311,8 | 45,7 | 142,8 | 16.522,0 |
| 2009 | 15.570,7 | 2.339,0 | 36,6 | 9,7 | 17.956,0 |
| 2010 | 12.953,4 | 883,0 | 236,9 | 41,8 | 14.115,1 |
| 2011 | 14.937,5 | 1.438,5 | 293,4 | 70,9 | 16.740,3 |
| 2012 | 14.844,4 | 2.122,1 | 176,0 | 5,5 | 17.148,0 |
| 2013 | 13.503,6 | 1.735,0 | 75,0 | 0,0 | 15.313,6 |
| 2014 | 12.422,0 | 1.986,7 | 566,5 | 79,9 | 15.055,1 |
| Total | 396.071,6 | 46.258,6 | 2.064,0 | 4.118,6 | 448.512,8 |

En relación con la distribución de años de plantación del inventario total, esta muestra tendencia a la baja en los últimos años para pino radiata.

La región del Bío Bío posee la mayor superficie de plantaciones forestales del país con 926.530 hectáreas, 3 mil hectáreas más que en 2013.

Cuadro Nº 16
SUPERFICIE DE PLANTACIONES POR COMUNAS Y ESPECIES
REGIÓN DEL BÍO BÍO

| Comuna | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total (ha) |
|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
| Chillán | 6.164,4 | 2.747,2 | 120,0 | 302,5 | 9.334,1 |
| Pinto | 3.298,4 | 767,1 | 575,8 | 16,3 | 4.657,7 |
| Coihueco | 25.530,1 | 1.645,1 | 3.657,4 | 157,2 | 30.989,7 |
| Quirihue | 23.964,2 | 8.547,5 | 117,6 | 32,8 | 32.662,2 |
| Ninhue | 11.266,9 | 6.656,4 | 0,0 | 0,0 | 17.923,2 |
| Portezuelo | 7.149,8 | 2.386,9 | 2,9 | 15,2 | 9.554,8 |
| Cobquecura | 13.690,3 | 7.507,4 | 224,5 | 29,5 | 21.451,7 |
| Trehuaco | 7.312,5 | 2.164,6 | 4,2 | 79,2 | 9.560,4 |
| San Carlos | 4.405,3 | 4.244,8 | 79,1 | 23,0 | 8.752,1 |
| Ñiquén | 3.485,7 | 1.886,7 | 412,2 | 27,3 | 5.812,0 |
| San Fabián | 6.664,6 | 311,0 | 2.006,6 | 43,0 | 9.025,1 |
| San Nicolás | 7.870,3 | 8.136,8 | 0,0 | 6,3 | 16.013,4 |
| Bulnes | 2.208,7 | 3.125,9 | 19,6 | 64,2 | 5.418,4 |
| San Ignacio | 2.822,7 | 732,0 | 123,7 | 57,0 | 3.735,4 |
| Quillón | 4.699,4 | 4.596,5 | 0,5 | 2,1 | 9.298,5 |
| Yungay | 19.806,5 | 289,6 | 4.101,6 | 212,0 | 24.409,7 |
| Pemuco | 20.086,4 | 1.293,3 | 736,8 | 317,0 | 22.433,5 |
| El Carmen | 7.070,0 | 649,6 | 1.114,1 | 31,7 | 8.865,4 |
| Ranquil | 4.789,8 | 2.196,8 | 0,0 | 0,0 | 6.986,7 |
| Coelemu | 9.671,2 | 4.187,2 | 609,5 | 33,0 | 14.500,9 |
| Chillan Viejo | 2.525,1 | 3.663,8 | 45,4 | 4,8 | 6.239,1 |
| Prov. Ñuble | 194.482,4 | 67.736,1 | 13.951,5 | 1.453,9 | 277.623,9 |
| Concepción | 3.803,4 | 4.107,4 | 63,9 | 31,5 | 8.006,2 |
| Penco | 1.444,1 | 2.610,0 | 6,8 | 3,0 | 4.063,9 |
| Hualqui | 11.784,3 | 5.907,8 | 1.178,4 | 196,2 | 19.066,7 |
| Florida | 11.823,0 | 8.403,8 | 66,7 | 87,2 | 20.380,6 |
| Tomé | 10.459,2 | 11.567,4 | 223,1 | 164,7 | 22.414,4 |
| Talcahuano | 486,2 | 198,1 | 0,0 | 0,0 | 684,4 |
| Coronel | 6.154,7 | 3.219,9 | 24,7 | 76,8 | 9.476,1 |
| Lota | 3.475,5 | 4.366,3 | 204,0 | 182,6 | 8.228,2 |
| Santa Juana | 20.506,6 | 10.390,9 | 6.309,2 | 127,2 | 37.333,9 |
| Chiguayante | 452,8 | 614,1 | 16,1 | 0,1 | 1.083,1 |
| San Pedro de la Paz | 2.564,6 | 1.080,1 | 0,0 | 77,7 | 3.722,5 |
| Hualpén | 34,7 | 345,7 | 0,0 | 0,0 | 380,4 |
| Prov. Concepción | 72.989,0 | 52.811,5 | 8.092,9 | 946,9 | 134.840,3 |

| Comuna | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total (ha) |
|---------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Arauco | 16.195,4 | 17.763,9 | 2.035,3 | 189,2 | 36.183,8 |
| Curanilahue | 36.250,8 | 10.951,9 | 6.383,3 | 668,7 | 54.254,7 |
| Lebu | 8.898,5 | 12.041,0 | 2.498,0 | 22,9 | 23.460,5 |
| Los Alamos | 15.368,7 | 5.424,5 | 143,6 | 277,8 | 21.214,6 |
| Cañete | 19.024,0 | 9.833,4 | 639,9 | 28,3 | 29.525,6 |
| Contulmo | 10.442,2 | 12.788,1 | 259,5 | 6,7 | 23.496,5 |
| Tirúa | 12.847,1 | 7.210,7 | 65,5 | 85,5 | 20.208,9 |
| Prov. Arauco | 119.026,8 | 76.013,6 | 12.025,0 | 1.279,2 | 208.344,6 |
| Los Angeles | 39.938,9 | 2.956,9 | 1.699,5 | 419,0 | 45.014,2 |
| Sta. Bárbara | 14.169,2 | 566,6 | 13.618,3 | 215,0 | 28.569,2 |
| Laja | 10.022,9 | 2.756,2 | 1.124,0 | 49,7 | 13.952,7 |
| Quilleco | 23.399,2 | 1.538,4 | 7.987,1 | 96,4 | 33.021,1 |
| Nacimiento | 16.654,3 | 11.728,8 | 4.751,4 | 389,7 | 33.524,2 |
| Negrete | 504,5 | 943,5 | 368,8 | 23,7 | 1.840,5 |
| Mulchén | 30.951,8 | 12.685,9 | 19.360,2 | 3.120,8 | 66.118,8 |
| Quilaco | 7.922,5 | 908,7 | 4.969,9 | 86,6 | 13.887,8 |
| Yumbel | 17.871,0 | 3.429,8 | 102,7 | 183,1 | 21.586,6 |
| Cabrero | 20.915,0 | 2.090,5 | 338,0 | 172,0 | 23.515,4 |
| San Rosendo | 3.354,1 | 1.008,5 | 30,6 | 66,3 | 4.459,6 |
| Tucapel | 9.244,0 | 411,7 | 7.184,8 | 370,3 | 17.210,9 |
| Antuco | 1.031,8 | 40,9 | 909,3 | 530,3 | 2.512,4 |
| Alto Bío Bío | 416,6 | 5,0 | 78,3 | 8,4 | 508,3 |
| Prov. Biobío | 196.395,8 | 41.071,4 | 62.523,0 | 5.731,4 | 305.721,6 |
| Total (ha) | 582.894,0 | 237.632,7 | 96.592,3 | 9.411,4 | 926.530,4 |

Las especies más importantes de esta región corresponden a *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, y *Eucalyptus nitens*. Además, a nivel nacional estas tres especies concentran sus mayores superficies en la región del Bío Bío.

La provincia del Bío Bío destaca como la que acumula mayor superficie regional; y la comuna de Mulchén es la que concentra mayor cantidad de hectáreas forestales plantadas dentro de la región.

El cuadro a continuación describe la distribución de superficies por año de plantación.

Cuadro Nº 17
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIES Y AÑO DE PLANTACIÓN
REGIÓN DEL BÍO BÍO

| Año | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total (ha) |
|-------------------|---------------------|--------------------|------------------|----------------|-------------------|
| <1994 | 63.367,0 | 4.959,3 | 1.932,4 | 2.874,5 | 73.133,2 |
| 1994 | 20.089,5 | 1.032,9 | 1.099,2 | 186,5 | 22.408,0 |
| 1995 | 27.035,5 | 1.693,2 | 941,8 | 150,4 | 29.821,0 |
| 1996 | 32.384,5 | 1.662,7 | 1.931,5 | 274,7 | 36.253,4 |
| 1997 | 29.997,5 | 3.257,0 | 2.316,7 | 175,1 | 35.746,3 |
| 1998 | 26.738,1 | 4.609,1 | 2.219,4 | 320,0 | 33.886,6 |
| 1999 | 24.589,3 | 5.140,7 | 1.482,0 | 170,7 | 31.382,7 |
| 2000 | 26.677,8 | 8.793,8 | 2.371,8 | 199,0 | 38.042,4 |
| 2001 | 18.583,4 | 11.239,4 | 920,1 | 102,0 | 30.845,0 |
| 2002 | 22.024,8 | 11.565,9 | 1.961,6 | 134,3 | 35.686,6 |
| 2003 | 28.762,1 | 14.634,2 | 2.075,7 | 269,9 | 45.741,9 |
| 2004 | 26.432,5 | 17.339,7 | 2.419,2 | 459,3 | 46.650,7 |
| 2005 | 27.371,7 | 20.236,6 | 3.061,5 | 773,4 | 51.443,3 |
| 2006 | 26.619,9 | 20.191,7 | 5.362,7 | 650,4 | 52.824,8 |
| 2007 | 27.970,6 | 19.934,6 | 5.104,5 | 715,7 | 53.725,5 |
| 2008 | 28.433,4 | 10.024,9 | 10.584,8 | 592,4 | 49.635,5 |
| 2009 | 25.105,8 | 13.310,9 | 9.990,9 | 169,7 | 48.577,3 |
| 2010 | 24.634,7 | 9.490,6 | 7.768,6 | 287,6 | 42.181,6 |
| 2011 | 18.108,8 | 12.873,3 | 9.435,4 | 186,3 | 40.603,7 |
| 2012 | 20.286,5 | 14.439,9 | 8.746,9 | 139,5 | 43.612,8 |
| 2013 | 19.618,0 | 16.614,9 | 8.417,0 | 255,8 | 44.905,6 |
| 2014 | 18.062,7 | 14.587,2 | 6.448,4 | 324,3 | 39.422,6 |
| Total (ha) | 582.894,0 | 237.632,7 | 96.592,3 | 9.411,4 | 926.530,4 |

La distribución de superficies por año de plantación del inventario en esta región se encuentra fuertemente regulada por el Pino radiata, aunque muestra tendencia a la baja en los últimos años. Plantaciones con la especie *Eucalyptus globulus* se estabilizan en torno a las 15 mil ha anuales, luego de la brusca baja entre los años 2008 y 2010. En tanto, las superficies de *Eucalyptus nitens* se estabilizan en torno a las 8 mil hectáreas, con leve baja el último año.

Región de La Araucanía

Esta región contabiliza 483.482 hectáreas de plantaciones forestales. Respecto al período anterior muestra una disminución de 11 mil hectáreas, concentradas en la provincia de Malleco.

Cuadro Nº 18
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR COMUNAS Y ESPECIES
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

| Comuna | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total (ha) |
|----------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Angol | 17.483,4 | 19.482,0 | 4.213,6 | 584,2 | 41.763,3 |
| Purén | 4.616,5 | 7.239,5 | 244,4 | 26,4 | 12.126,7 |
| Los Sauces | 12.923,1 | 25.446,5 | 1.257,7 | 199,4 | 39.826,7 |
| Renaico | 1.280,9 | 4.583,3 | 1.604,4 | 320,7 | 7.789,2 |
| Collipulli | 27.967,0 | 10.586,3 | 11.955,8 | 1.476,7 | 51.985,7 |
| Ercilla | 6.509,9 | 4.446,3 | 5.059,2 | 24,7 | 16.040,2 |
| Traiguén | 8.636,0 | 12.854,3 | 722,5 | 512,9 | 22.725,7 |
| Lumaco | 34.670,5 | 14.411,5 | 137,5 | 63,9 | 49.283,3 |
| Victoria | 7.537,2 | 179,3 | 8.685,0 | 35,8 | 16.437,3 |
| Curacautín | 1.224,6 | 109,6 | 5.064,3 | 200,9 | 6.599,4 |
| Lonquimay | 0,0 | 1,3 | 0,0 | 2.492,0 | 2.493,3 |
| Prov. Malleco | 122.849,0 | 99.339,9 | 38.944,4 | 5.937,5 | 267.070,8 |
| Temuco | 5.826,8 | 2.226,9 | 425,0 | 32,5 | 8.511,2 |
| Vilcún | 6.141,2 | 566,3 | 3.353,5 | 1.269,2 | 11.330,2 |
| Freire | 1.410,4 | 637,7 | 627,1 | 320,6 | 2.995,8 |
| Cunco | 9.875,2 | 550,6 | 3.488,0 | 258,4 | 14.172,1 |
| Lautaro | 7.806,5 | 3.023,5 | 6.018,5 | 187,2 | 17.035,8 |
| Perquenco | 1.075,8 | 627,6 | 430,8 | 0,0 | 2.134,2 |
| Galvarino | 10.544,6 | 9.438,9 | 529,3 | 96,0 | 20.608,8 |
| Nueva Imperial | 9.654,6 | 6.254,3 | 382,0 | 94,8 | 16.385,8 |
| Carahue | 26.917,4 | 4.139,0 | 799,7 | 487,1 | 32.343,1 |
| Saavedra | 223,2 | 549,0 | 5,9 | 1,3 | 779,5 |
| Pitrufquén | 2.422,6 | 2.514,8 | 158,0 | 12,4 | 5.107,8 |
| Gorbea | 5.273,2 | 5.141,3 | 630,8 | 59,2 | 11.104,6 |
| Toltén | 23.138,9 | 4.406,1 | 1.266,6 | 282,0 | 29.093,6 |
| Loncoche | 13.785,3 | 3.627,4 | 2.362,9 | 722,9 | 20.498,4 |
| Villarrica | 1.025,2 | 218,9 | 856,3 | 4.381,4 | 6.481,7 |
| Pucón | 326,8 | 31,3 | 480,6 | 260,0 | 1.098,7 |
| Melipeuco | 2.480,0 | 0,0 | 99,0 | 110,4 | 2.689,4 |
| Curarrehue | 13,6 | 0,0 | 202,3 | 26,6 | 242,4 |
| Teodoro Schmidt | 3.752,4 | 1.126,8 | 472,4 | 129,9 | 5.481,5 |
| Padre Las Casas | 1.192,4 | 390,9 | 74,5 | 7,1 | 1.665,0 |
| Chol Chol | 1.320,9 | 4.936,1 | 373,5 | 21,1 | 6.651,6 |
| Prov. Cautín | 134.207,1 | 50.407,4 | 23.036,8 | 8.760,1 | 216.411,4 |
| Total (ha) | 257.056,1 | 149.747,3 | 61.981,2 | 14.697,6 | 483.482,2 |

Respecto de la distribución del inventario en sus años de plantación, esta región se caracteriza por el aumento de plantaciones del género *Eucalyptus* durante la década pasada; aunque la superficie de Pino radiata es aún mayoritaria (53% superficie plantada). Detalles se muestran en el cuadro 19.

Cuadro Nº 19
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIES Y AÑO DE PLANTACIÓN
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

| Año | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total (ha) |
|-------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| <1994 | 46.032,0 | 2.857,6 | 2.163,5 | 4.300,6 | 55.353,7 |
| 1994 | 11.963,1 | 848,9 | 2.396,8 | 455,2 | 15.663,9 |
| 1995 | 15.793,1 | 1.501,3 | 908,1 | 586,7 | 18.789,1 |
| 1996 | 11.830,7 | 948,2 | 2.467,0 | 384,6 | 15.630,5 |
| 1997 | 11.595,8 | 2.163,7 | 3.625,1 | 293,5 | 17.678,1 |
| 1998 | 10.560,6 | 3.415,9 | 3.200,0 | 251,1 | 17.427,6 |
| 1999 | 8.249,9 | 2.046,5 | 1.431,7 | 674,3 | 12.402,4 |
| 2000 | 9.414,1 | 6.774,4 | 1.712,7 | 957,7 | 18.858,9 |
| 2001 | 7.241,2 | 5.637,1 | 1.639,4 | 92,6 | 14.610,3 |
| 2002 | 7.370,9 | 4.834,6 | 933,9 | 168,4 | 13.307,8 |
| 2003 | 7.613,1 | 6.847,0 | 1.834,1 | 422,8 | 16.717,0 |
| 2004 | 10.775,1 | 9.186,8 | 1.236,3 | 258,9 | 21.457,2 |
| 2005 | 12.379,4 | 21.159,5 | 3.426,9 | 1.419,5 | 38.385,4 |
| 2006 | 12.134,5 | 16.160,7 | 1.987,9 | 1.477,4 | 31.760,5 |
| 2007 | 10.972,6 | 9.513,4 | 2.438,0 | 1.097,4 | 24.021,4 |
| 2008 | 9.583,8 | 11.141,1 | 2.861,1 | 313,1 | 23.899,0 |
| 2009 | 8.240,8 | 10.207,5 | 5.916,4 | 346,2 | 24.710,9 |
| 2010 | 8.423,2 | 9.183,9 | 5.384,9 | 412,9 | 23.404,9 |
| 2011 | 9.013,5 | 6.871,3 | 4.649,0 | 183,6 | 20.717,4 |
| 2012 | 9.833,6 | 8.835,3 | 3.596,8 | 432,3 | 22.698,0 |
| 2013 | 10.009,8 | 6.541,6 | 4.115,5 | 132,7 | 20.799,6 |
| 2014 | 8.025,3 | 3.070,9 | 4.056,3 | 36,1 | 15.188,6 |
| Total (ha) | 257.056,1 | 149.747,3 | 61.981,2 | 14.697,6 | 483.482,2 |

En general esta región se caracteriza por un inventario irregular, destacándose las tendencias a la baja de edades jóvenes de *Eucalyptus globulus* y Pino radiata, aunque las plantaciones con esta última especie tienden a estabilizarse en torno a las 9 mil hectáreas, en los últimos años.

Esta región cuenta con 186.883 hectáreas de plantaciones, casi mil ha más que el período anterior; la especie *Pinus radiata*, es la que aún predomina, seguida de *Eucalyptus nitens*.

Cuadro Nº 20
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR COMUNAS Y ESPECIES
REGIÓN DE LOS RÍOS

| Comuna | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total (ha) |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
| Valdivia | 15.628,2 | 2.238,2 | 4.841,1 | 825,2 | 23.532,6 |
| Mariquina | 21.619,3 | 3.438,4 | 8.320,4 | 563,0 | 33.941,0 |
| Lanco | 6.142,4 | 1.579,8 | 2.788,2 | 1.640,7 | 12.151,0 |
| Los Lagos | 13.152,5 | 1.755,8 | 8.861,4 | 1.342,3 | 25.112,0 |
| Corral | 4.651,0 | 2.359,2 | 5.657,9 | 211,9 | 12.879,9 |
| Mafil | 9.278,0 | 1.366,2 | 2.551,1 | 293,4 | 13.488,8 |
| Panguipulli | 1.238,2 | 338,3 | 3.087,2 | 2.096,2 | 6.759,9 |
| Paillaco | 7.824,0 | 2.132,1 | 6.820,4 | 599,6 | 17.376,0 |
| Prov. Valdivia | 79.533,5 | 15.207,9 | 42.927,6 | 7.572,2 | 145.241,2 |
| Futrono | 378,3 | 251,1 | 1.674,2 | 295,4 | 2.599,0 |
| La Unión | 18.029,7 | 4.147,8 | 11.338,7 | 1.263,2 | 34.779,4 |
| Rio Bueno | 54,6 | 179,2 | 3.049,9 | 101,6 | 3.385,3 |
| Lago Ranco | 141,8 | 28,3 | 684,7 | 23,5 | 878,3 |
| Prov. Ranco | 18.604,4 | 4.606,3 | 16.747,6 | 1.683,7 | 41.642,0 |
| Total (ha) | 98.137,9 | 19.814,2 | 59.675,2 | 9.255,9 | 186.883,3 |

En la provincia de Valdivia concentra el 78% de las plantaciones forestales de la región.

Cuadro Nº 21
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIES Y AÑO DE PLANTACIÓN
REGIÓN DE LOS RÍOS

| Año | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total (ha) |
|-------------------|---------------------|--------------------|------------------|----------------|-------------------|
| <1994 | 27.491,8 | 2.699,7 | 638,8 | 3.561,1 | 34.391,4 |
| 1994 | 3.845,8 | 610,3 | 317,4 | 392,8 | 5.166,4 |
| 1995 | 2.599,3 | 133,6 | 748,2 | 282,9 | 3.764,0 |
| 1996 | 4.199,4 | 364,8 | 1.609,6 | 104,2 | 6.277,9 |
| 1997 | 3.493,3 | 461,0 | 1.559,4 | 119,3 | 5.632,9 |
| 1998 | 2.989,9 | 1.286,7 | 2.502,3 | 329,7 | 7.108,7 |
| 1999 | 2.866,0 | 1.221,9 | 3.060,4 | 301,8 | 7.450,1 |
| 2000 | 3.005,0 | 2.425,0 | 3.822,0 | 629,9 | 9.881,9 |
| 2001 | 1.991,8 | 1.203,6 | 2.477,1 | 291,9 | 5.964,4 |
| 2002 | 2.053,3 | 1.645,1 | 2.293,1 | 446,0 | 6.437,5 |
| 2003 | 2.843,6 | 1.481,8 | 2.933,0 | 176,7 | 7.435,2 |
| 2004 | 2.434,0 | 1.296,3 | 3.233,9 | 257,6 | 7.221,8 |
| 2005 | 2.778,3 | 766,9 | 3.899,8 | 172,3 | 7.617,3 |
| 2006 | 3.347,1 | 879,3 | 4.657,0 | 347,2 | 9.230,6 |
| 2007 | 3.586,2 | 547,1 | 3.564,5 | 91,3 | 7.789,1 |
| 2008 | 4.100,9 | 301,5 | 3.508,0 | 213,5 | 8.124,0 |
| 2009 | 4.604,8 | 623,5 | 4.284,6 | 160,5 | 9.673,5 |
| 2010 | 4.133,8 | 423,6 | 3.400,6 | 731,1 | 8.689,2 |
| 2011 | 4.511,1 | 289,4 | 2.668,3 | 205,7 | 7.674,5 |
| 2012 | 3.513,8 | 350,1 | 3.269,5 | 119,3 | 7.252,7 |
| 2013 | 3.906,6 | 627,9 | 3.109,3 | 225,6 | 7.869,4 |
| 2014 | 3.842,1 | 175,0 | 2.118,3 | 95,5 | 6.230,9 |
| Total (ha) | 98.137,9 | 19.814,2 | 59.675,2 | 9.255,9 | 186.883,3 |

El inventario de esta región se destaca por la regularidad de la distribución de sus superficies de años de plantación.

En los últimos años la especie *Eucalyptus nitens* ha mantenido tasas de plantaciones ligeramente inferiores a las de Pino radiata.

La región de los Lagos cuenta con 76.844 hectáreas de plantaciones, incrementando en mil hectáreas respecto del año 2013.

Cuadro Nº 22
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR COMUNAS Y ESPECIES
REGIÓN DE LOS LAGOS

| Comuna | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total (ha) |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Osorno | 1.086,4 | 1.815,1 | 776,5 | 241,1 | 3.919,1 |
| San Pablo | 2.087,7 | 1.273,9 | 1.368,0 | 347,4 | 5.077,0 |
| Puerto Octay | 195,1 | 86,0 | 8.953,8 | 114,0 | 9.348,8 |
| Puyehue | 64,2 | 50,4 | 95,5 | 109,7 | 319,9 |
| Rio Negro | 3.877,4 | 1.514,2 | 3.566,8 | 255,5 | 9.213,9 |
| Purranque | 1.110,9 | 5.666,7 | 3.852,7 | 251,2 | 10.881,5 |
| San Juan | 6.825,0 | 2.567,4 | 4.642,4 | 517,4 | 14.552,2 |
| Prov. Osorno | 15.246,8 | 12.973,6 | 23.255,7 | 1.836,4 | 53.312,5 |
| Puerto Montt | 28,0 | 82,4 | 1.053,5 | 59,6 | 1.223,5 |
| Cochamó | 0,0 | 0,0 | 6,7 | 2,9 | 9,6 |
| Puerto Varas | 17,9 | 62,6 | 916,2 | 237,2 | 1.233,9 |
| Fresia | 543,6 | 8.562,8 | 1.391,7 | 114,9 | 10.613,0 |
| Frutillar | 112,3 | 52,7 | 7,8 | 44,3 | 217,1 |
| Llanquihue | 0,0 | 20,3 | 6,4 | 0,0 | 26,7 |
| Mauñín | 69,7 | 408,2 | 1.473,0 | 89,3 | 2.040,2 |
| Los Muermos | 4,2 | 1.124,4 | 176,2 | 128,1 | 1.432,9 |
| Calbuco | 3,4 | 75,3 | 2.403,2 | 28,8 | 2.510,8 |
| Prov. Llanquihue | 779,1 | 10.388,7 | 7.434,7 | 705,0 | 19.307,6 |
| Castro | 0,0 | 0,0 | 157,8 | 0,0 | 157,8 |
| Chonchi | 0,0 | 0,0 | 218,3 | 0,0 | 218,3 |
| Queilén | 6,8 | 0,0 | 124,0 | 0,5 | 131,2 |
| Quellón | 0,0 | 0,5 | 186,4 | 0,0 | 186,9 |
| Ancud | 61,0 | 10,2 | 2.507,1 | 28,5 | 2.606,8 |
| Quemchi | 0,0 | 0,0 | 258,7 | 2,3 | 261,0 |
| Dalcahue | 0,0 | 3,9 | 647,2 | 7,8 | 658,9 |
| Curaco de Vélez | 0,0 | 0,0 | 2,9 | 0,0 | 2,9 |
| Prov. Chiloé | 67,7 | 14,7 | 4.102,2 | 39,1 | 4.223,7 |
| Total (ha) | 16.093,6 | 23.377,1 | 34.792,7 | 2.580,5 | 76.843,8 |

La provincia de Osorno concentra el 69% de la superficie de plantaciones, con fuerte presencia del género Eucalyptus.

Al analizar la distribución de superficies por año de plantación de esta región, *Eucalyptus nitens* es la especie más importante en términos de superficie (45%).

Cuadro Nº 23
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIES Y AÑO DE PLANTACIÓN
REGIÓN DE LOS LAGOS

| Año | Pino radiata | E. globulus | E. nitens | Otras | Total (ha) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| <1994 | 4.199,7 | 591,5 | 793,2 | 785,9 | 6.370,4 |
| 1994 | 871,6 | 156,5 | 772,0 | 74,2 | 1.874,3 |
| 1995 | 1.703,3 | 271,5 | 1.408,4 | 110,0 | 3.493,3 |
| 1996 | 1.207,3 | 368,1 | 615,4 | 120,0 | 2.310,9 |
| 1997 | 588,9 | 539,9 | 88,4 | 154,7 | 1.372,0 |
| 1998 | 562,6 | 671,8 | 1.345,7 | 120,8 | 2.700,9 |
| 1999 | 86,4 | 209,5 | 326,3 | 53,9 | 676,0 |
| 2000 | 256,6 | 1.381,3 | 977,2 | 333,0 | 2.948,2 |
| 2001 | 124,7 | 603,0 | 1.014,9 | 23,6 | 1.766,2 |
| 2002 | 229,6 | 832,4 | 1.316,5 | 20,9 | 2.399,4 |
| 2003 | 560,3 | 589,6 | 1.103,7 | 34,2 | 2.287,7 |
| 2004 | 636,9 | 1.238,0 | 1.529,9 | 136,3 | 3.541,1 |
| 2005 | 706,1 | 1.042,0 | 2.061,9 | 93,6 | 3.903,5 |
| 2006 | 971,1 | 532,8 | 2.582,0 | 201,4 | 4.287,3 |
| 2007 | 367,8 | 951,8 | 5.360,6 | 18,5 | 6.698,7 |
| 2008 | 998,5 | 1.632,2 | 4.289,9 | 137,3 | 7.057,9 |
| 2009 | 896,3 | 2.544,9 | 2.803,4 | 41,4 | 6.286,0 |
| 2010 | 298,3 | 2.683,8 | 1.757,8 | 58,7 | 4.798,6 |
| 2011 | 181,9 | 2.014,3 | 1.432,1 | 13,6 | 3.641,9 |
| 2012 | 199,5 | 1.971,1 | 1.371,9 | 35,0 | 3.577,6 |
| 2013 | 273,3 | 1.695,7 | 1.320,2 | 13,5 | 3.302,7 |
| 2014 | 172,9 | 855,3 | 521,1 | 0,0 | 1.549,4 |
| Total (ha) | 16.093,6 | 23.377,1 | 34.792,7 | 2.580,5 | 76.843,8 |

Esta región contabiliza 39.053 hectáreas de plantaciones, 3.400 menos que en 2013. La especie principal en la región es Pino ponderosa; le siguen en importancia el Pino contorta y Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii*), especies adaptadas a las condiciones climáticas de bajas temperaturas y nieve que tiene esta región patagónica.

Cuadro Nº 24
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR COMUNAS Y ESPECIES
REGIÓN DE AYSÉN

| Comuna | Pinus ponderosa | Pinus contorta | P. menziesii | Otras | Total |
|---------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Aysén | 680,5 | 62,7 | 2.524,3 | 111,8 | 3.379,3 |
| Cisnes | 0,0 | 0,0 | 75,1 | 186,3 | 261,4 |
| Prov. Aysén | 680,5 | 62,7 | 2.599,4 | 298,1 | 3.640,7 |
| Chile Chico | 957,1 | 188,8 | 72,3 | 261,6 | 1.479,8 |
| Río Ibañez | 2.361,0 | 114,2 | 44,2 | 219,8 | 2.739,2 |
| Prov. Gen. Carrera | 3.318,1 | 303,0 | 116,5 | 481,4 | 4.219,0 |
| Cochrane | 2.753,1 | 1.438,7 | 33,8 | 2.103,1 | 6.328,7 |
| O'Higgins | 1.015,8 | 57,9 | 289,5 | 39,4 | 1.402,6 |
| Prov. Capitán Prat | 3.768,9 | 1.496,6 | 323,3 | 2.142,5 | 7.731,3 |
| Coyhaique | 13.229,8 | 4.656,8 | 1.011,3 | 3.695,4 | 22.593,3 |
| Lago Verde | 543,4 | 72,8 | 155,4 | 97,5 | 869,1 |
| Prov. Coyhaique | 13.773,2 | 4.729,6 | 1.166,7 | 3.792,9 | 23.462,4 |
| Total | 21.540,7 | 6.591,9 | 4.205,9 | 6.714,9 | 39.053,4 |

Cabe destacar que por primera vez, personal de INFOR realizó validación en terreno de plantaciones forestales, ubicadas en la provincia del General Carrera.

El cuadro 25 detalla la distribución de las superficies existentes al 2014 por año de plantación, donde se aprecia una fuerte baja de la superficie plantada de todas las especies, desde el año 2008 en adelante en la región de Aysén. Esta situación está marcada principalmente por la disminución de superficie forestada de las Empresas en convenio presentes en esta región, y la falta de un incentivo a la forestación para PYMP.

Cuadro Nº 25
SUPERFICIE (ha) DE PLANTACIONES POR ESPECIES Y AÑO DE PLANTACIÓN
REGIÓN DE AYSÉN

| Año | Pinus ponderosa | Pinus contorta | P. menziesii | Otras | Total |
|--------------|------------------------|-----------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| S/I * | 753,2 | 345,0 | 49,0 | 1.447,0 | 2.594,2 |
| < 1994 | 2.217,7 | 3.103,6 | 1.774,7 | 4.615,6 | 11.711,5 |
| 1994 | 1.582,8 | 80,9 | 208,2 | 26,0 | 1.897,9 |
| 1995 | 1.207,8 | 393,1 | 104,8 | 8,1 | 1.713,8 |
| 1996 | 1.142,1 | 69,4 | 87,7 | 0,3 | 1.299,5 |
| 1997 | 1.049,2 | 38,0 | 13,1 | 37,2 | 1.137,6 |
| 1998 | 1.111,4 | 45,0 | 78,0 | 3,0 | 1.237,4 |
| 1999 | 679,1 | 187,6 | 389,3 | 11,1 | 1.267,1 |
| 2000 | 831,3 | 102,6 | 216,8 | 0,0 | 1.150,6 |
| 2001 | 1.515,8 | 61,1 | 167,1 | 152,0 | 1.896,0 |
| 2002 | 1.226,5 | 220,2 | 550,8 | 47,6 | 2.045,2 |
| 2003 | 1.215,6 | 328,1 | 420,6 | 119,1 | 2.083,4 |
| 2004 | 2.133,5 | 192,1 | 38,3 | 74,3 | 2.438,2 |
| 2005 | 653,8 | 0,0 | 26,3 | 39,0 | 719,1 |
| 2006 | 2.332,1 | 207,7 | 81,2 | 55,3 | 2.676,3 |
| 2007 | 649,3 | 761,8 | 0,0 | 4,0 | 1.415,1 |
| 2008 | 381,6 | 217,5 | 0,0 | 0,0 | 599,1 |
| 2009 | 389,7 | 238,2 | 0,0 | 75,3 | 703,2 |
| 2010 | 155,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 155,6 |
| 2011 | 169,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 169,3 |
| 2012 | 143,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 143,4 |
| 2013 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2014 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Total | 21.540,7 | 6.591,9 | 4.205,9 | 6.714,9 | 39.053,4 |

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

INVENTARIO DASOMÉTRICO EN PLANTACIONES DE LAPEQUEÑA Y MEDIANA PROPIEDAD (PYMP)

Las existencias volumétricas de las plantaciones de la PYMP se estiman como parte del programa de Actualización Permanente de las Plantaciones forestales. El conocimiento de los rendimientos esperados por hectárea de estas plantaciones es un dato de alto interés en el contexto de la evaluación retrospectiva de instrumentos de política de fomento forestal desde el sector público, y también, resulta de interés el conocimiento de la oferta desde este sector para la industria forestal del país desde el punto de vista de la planificación estratégica del recurso.

En los cuadros siguientes (1, 2 y 3), se presentan los resultados de las existencias volumétricas (en m³) a nivel regional para las especies bajo inventario; estos resultados se basan en el volumen promedio de todos los conglomerados de la región.

Cuadro N° 1. Volumen por especie región del Maule

| ESPECIE | VOLÚMEN MEDIO (m ³ /ha) | SUPERFICIE ha | VOLUMEN REGIÓN (m ³) |
|---------------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Pinus radiata | 132,53 | 113.819,3 | 15.084.472 |
| Eucalyptus globulus | 97,64 | 26.555,2 | 2.592.850 |

Cuadro N° 2. Volumen por especie región del BíoBío

| ESPECIE | VOLÚMEN MEDIO (m ³ /ha) | SUPERFICIE ha | VOLUMEN REGIÓN (m ³) |
|----------------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Pinus radiata | 181,78 | 84.585,7 | 15.375.989 |
| Eucalyptus globulus* | 103,42 | 60.245,7 | 6.230.610 |

En la región del Bío Bío, hubo sólo dos puntos seleccionados de *Eucalyptus nitens*, por lo tanto se descartaron por ser poco representativos.

Cuadro N°3. Volumen por especie región de la Araucanía

| ESPECIE | VOLUMEN MEDIO (m ³ /ha) | SUPERFICIE ha | VOLUMEN REGIÓN (m ³) |
|----------------------|------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Pinus radiata | 254,11 | 43.743,6 | 11.115.686 |
| Eucalyptus globulus* | 120,03 | 51.561,5 | 6.188.927 |
| Eucalyptus nitens* | 268,64 | 8.496,8 | 2.282.580 |

Los resultados que se presentan a continuación, corresponde a los valores medios de los conglomerados, por clase de edad y especie.

En el caso de la región del Maule se describen en cuadros 4 al 7, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie Pino radiata.

Cuadro N°4. Volumen Pinus radiata, PYMP región del Maule

| CLASE EDAD | VOLUMEN m3/ha | SUPERFICIE ha | VOLUMEN REGIONAL m3 |
|------------|---------------|---------------|---------------------|
| 6-10 | 14,72 | 36.539,1 | 537.856 |
| 11-15 | 103,17 | 24.336,4 | 2.510.786 |
| 16-20 | 190,08 | 32.359,2 | 6.150.837 |
| >=21 | 285,88 | 20.584,6 | 5.884.725 |
| Total | | | 15.084.204 |

Error de estimación volumen 27,0 %

Cuadro N° 5. Densidad Pinus radiata, PYMP región del Maule

| CLASE EDAD | ÁRBOLES/ha | SUPERFICIE ha | NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN |
|------------|------------|---------------|-----------------------|
| 6-10 | 1399,18 | 36.539,1 | 51.124.778 |
| 11-15 | 765,15 | 24.336,4 | 18.620.996 |
| 16-20 | 762,19 | 32.359,2 | 24.663.858 |
| >=21 | 956,41 | 20.584,6 | 19.687.317 |
| Total | | | 114.096.949 |

Cuadro N° 6. Área basal Pinus radiata, PYMP región del Maule

| CLASE EDAD | ÁREA BASAL m2/ha | SUPERFICIE ha | ÁREA BASAL REGIÓN m2 |
|------------|------------------|---------------|----------------------|
| 6-10 | 12,50 | 36.539,1 | 456.739 |
| 11-15 | 21,11 | 24.336,4 | 513.741 |
| 16-20 | 22,89 | 32.359,2 | 740.702 |
| >=21 | 27,22 | 20.584,6 | 560.313 |
| Total | | | 2.271.495 |

* Datos actualizados durante año 2011

Cuadro N° 7. Altura dominante Pinus radiata, PYMP región del Maule

| CLASE EDAD | ALTURA metros | SUPERFICIE ha |
|------------|---------------|---------------|
| 6-10 | 8,07 | 36.539,1 |
| 11-15 | 15,72 | 24.336,4 |
| 16-20 | 19,75 | 32.359,2 |
| >=21 | 22,16 | 20.584,6 |

Alternativamente, para la región del Maule se describen en cuadros 8 al 11, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus globulus*.

Cuadro N°8. Volumen E. globulus, PYMP región del Maule

| CLASE EDAD | VOLUMEN m3/ha | SUPERFICIE ha | VOLUMEN REGIONAL m3 |
|------------|---------------|---------------|---------------------|
| 4-6 | 42,77 | 16.287,1 | 696.599 |
| 7-9 | 109,86 | 4.307,4 | 473.211 |
| >=10 | 238,76 | 5.960,8 | 1.423.201 |
| Total | | | 2.593.011 |

El error en volumen fue de 27,8 %

Cuadro N°9. Densidad E. globulus, PYMP región del Maule

| CLASE EDAD | ÁRBOLES/ha | SUPERFICIE ha | NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN |
|------------|------------|---------------|-----------------------|
| 4-6 | 1.193,93 | 16.287,1 | 19.445.657 |
| 7-9 | 1.079,91 | 4.307,4 | 4.651.604 |
| >=10 | 932,66 | 5.960,8 | 5.559.400 |
| Total | | | 29.656.661 |

Cuadro N° 10. Área basal E. globulus, PYMP región del Maule

| CLASE EDAD | ÁREA BASAL m2/ha | SUPERFICIE ha | ÁREA BASAL REGIÓN m2 |
|------------|------------------|---------------|----------------------|
| 4-6 | 11,07 | 16.287,1 | 180.298 |
| 7-9 | 18,22 | 4.307,4 | 78.481 |
| >=10 | 26,00 | 5.960,8 | 154.981 |
| Total | | | 413.760 |

Cuadro N°11. Altura dominante E. globulus, PYMP región del Maule

| CLASE EDAD | ALTURA metros | SUPERFICIE ha |
|------------|---------------|---------------|
| 4-6 | 12,99 | 16.287,1 |
| 7-9 | 19,45 | 4.307,4 |
| >=10 | 29,39 | 5.960,8 |

Para la región del Bío Bío se describen en cuadros 12 al 15, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie Pino radiata.

Cuadro N° 12. Volumen Pinus radiata, PYMP región del BíoBío

| CLASE EDAD | VOLUMEN m3/ha | SUPERFICIE ha | VOLUMEN REGIONAL m3 |
|------------|---------------|---------------|---------------------|
| 6-10 | 65,1 | 22.379,5 | 1.457.043 |
| 11-15 | 147,9 | 25.750,1 | 3.809.151 |
| 16-20 | 243,4 | 18.239,3 | 4.438.556 |
| >=21 | 311,3 | 18.216,8 | 5.671.031 |
| Total | | | 15.375.779 |

Error de estimación volumen 25,7 %

Cuadro N°13. Densidad Pinus radiata, PYMP región del Bío Bío

| CLASE EDAD | ÁRBOLES/ha | SUPERFICIE ha | NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN |
|------------|------------|---------------|-----------------------|
| 6-10 | 1006,7 | 22.379,5 | 22.529.886 |
| 11-15 | 574,7 | 25.750,1 | 14.799.433 |
| 16-20 | 489,9 | 18.239,3 | 8.935.952 |
| >=21 | 500,6 | 18.216,8 | 9.118.750 |
| Total | | | 55.384.021 |

Cuadro N° 14. Área basal Pinus radiata, PYMP región del Bío Bío

| CLASE EDAD | ÁREA BASAL m2/ha | SUPERFICIE ha | ÁREA BASAL REGIÓN m2 |
|------------|------------------|---------------|----------------------|
| 6-10 | 19,1 | 22.379,5 | 427.697 |
| 11-15 | 25,7 | 25.750,1 | 661.700 |
| 16-20 | 28,8 | 18.239,3 | 525.562 |
| >=21 | 34,3 | 18.216,8 | 625.443 |
| Total | | | 2.240.402 |

Cuadro N°15. Altura dominante Pinus radiata, PYMP región del Bío Bío

| CLASE EDAD | ALTURA (metros) | SUPERFICIE (ha) |
|------------|-----------------|-----------------|
| 6-10 | 12,12 | 22.379,5 |
| 11-15 | 17,94 | 25.750,1 |
| 16-20 | 24,50 | 18.239,3 |
| >=21 | 28,20 | 18.216,8 |

También, para la región del Bío Bío, se describen en cuadros 16 al 19, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus globulus*.

Cuadro N°16. Volumen E. globulus, PYMP región del Bío Bío

| CLASE EDAD | VOLUMEN M3/HA | SUPERFICIE HA | VOLUMEN REGIONAL M3 |
|------------|---------------|---------------|---------------------|
| 4-6 | 46,33 | 33.013,0 | 1.529.374 |
| 7-9 | 76,82 | 13.912,5 | 1.068.809 |
| >=10 | 272,72 | 13.320,2 | 3.632.704 |
| Total | | | 6.230.887 |

El error en volumen fue de 32,2 %

Cuadro N° 17. Densidad E. globulus, PYMP región del Bío Bío

| CLASE EDAD | ÁRBOLES/HA | SUPERFICIE HA | NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN |
|------------|------------|---------------|-----------------------|
| 4-6 | 1.249,18 | 33.013,0 | 41.239.106 |
| 7-9 | 1087,50 | 13.912,5 | 15.129.785 |
| >=10 | 954,14 | 13.320,2 | 12.709.300 |
| Total | | | 69.078.191 |

Cuadro N° 18. Área basal E. globulus, PYMP región del Bío Bío

| CLASE EDAD | ÁREA BASAL M2/HA | SUPERFICIE HA | ÁREA BASAL REGIÓN M2 |
|------------|------------------|---------------|----------------------|
| 4-6 | 14,11 | 33.013,0 | 465.850 |
| 7-9 | 16,78 | 13.912,5 | 233.421 |
| >=10 | 31,44 | 13.320,2 | 418.846 |
| Total | | | 1.118.117 |

Cuadro N° 19. Altura dominante E. globulus, PYMP región del Bío Bío

| CLASE EDAD | ALTURA METROS | SUPERFICIE HA |
|------------|---------------|---------------|
| 4-6 | 10,95 | 33.013,0 |
| 7-9 | 14,11 | 13.912,5 |
| >=10 | 27,03 | 13.320,2 |

En el caso de la región de la Araucanía se describen en cuadros 20 al 23, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie Pino radiata.

Cuadro N°20. Volumen Pinus radiata, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | VOLUMEN M3/HA | SUPERFICIE HA | VOLUMEN REGIONAL M3 |
|------------|---------------|---------------|---------------------|
| 6-10 | 71,0 | 5.193,7 | 368.753 |
| 11-15 | 184,9 | 12.793,8 | 2.365.162 |
| 16-20 | 287,1 | 14.741,1 | 4.231.999 |
| >=21 | 376,7 | 11.015,1 | 4.149.740 |
| Total | | | 11.115.655 |

Error volumen 29,8%

Cuadro N° 21. Densidad Pinus radiata, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | ÁRBOLES/HA | SUPERFICIE HA | NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN |
|------------|------------|---------------|-----------------------|
| 6-10 | 809,0 | 5.193,7 | 4.201.703 |
| 11-15 | 685,6 | 12.793,8 | 8.770.980 |
| 16-20 | 492,2 | 14.741,1 | 7.255.088 |
| >=21 | 429,0 | 11.015,1 | 4.725.473 |
| Total | | | 24.953.245 |

Cuadro N° 22. Área basal *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | ÁREA BASAL M2/HA | SUPERFICIE HA | ÁREA BASAL REGIÓN M2 |
|------------|------------------|---------------|----------------------|
| 6-10 | 16,3 | 5.193,7 | 84.657 |
| 11-15 | 31,0 | 12.793,8 | 396.608 |
| 16-20 | 35,6 | 14.741,1 | 524.536 |
| >=21 | 39,6 | 11.015,1 | 435.707 |
| Total | | | 1.441.508 |

Cuadro N° 23. Altura dominante *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | ALTURA METROS | SUPERFICIE HA |
|------------|---------------|---------------|
| 6-10 | 10,8 | 5.193,7 |
| 11-15 | 19,3 | 12.793,8 |
| 16-20 | 24,9 | 14.741,1 |
| >=21 | 28,9 | 11.015,1 |

En el caso de la región de la Araucanía, se describen en cuadros 24 al 27, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus globulus*.

Cuadro N°24. Volumen *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | VOLUMEN M3/HA | SUPERFICIE HA | VOLUMEN REGIONAL M3 |
|------------|---------------|---------------|---------------------|
| 4-6 | 44,36 | 23.288,5 | 1.033.078 |
| 7-9 | 93,34 | 12.977,1 | 1.211.282 |
| >=10 | 257,88 | 15.296,0 | 3.944.532 |
| Total | | | 6.188.892 |

Error volumen 32,3%

Cuadro N° 25. Densidad *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | ÁRBOLES/HA | SUPERFICIE HA | NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN |
|------------|------------|---------------|-----------------------|
| 4-6 | 1.532,23 | 23.288,5 | 35.683.338 |
| 7-9 | 1.359,08 | 12.977,1 | 17.636.917 |
| >=10 | 1.452,87 | 15.296,0 | 22.223.099 |
| Total | | | 74.182.327 |

Cuadro N° 26. Área basal *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | ÁREA BASAL M2/HA | SUPERFICIE HA | ÁREA BASAL REGIÓN M2 |
|------------|------------------|---------------|----------------------|
| 4-6 | 12,98 | 23.288,5 | 302.285 |
| 7-9 | 20,38 | 12.977,1 | 264.473 |
| >=10 | 32,27 | 15.296,0 | 493.602 |
| Total | | | 1.060.360 |

Cuadro N° 27. Altura dominante E. globulus, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | ALTURA METROS | SUPERFICIE HA |
|------------|---------------|---------------|
| 4-6 | 11,39 | 23.288,5 |
| 7-9 | 14,73 | 12.977,1 |
| >=10 | 24,69 | 15.296,0 |

En el caso de la región de la Araucanía, se describen en cuadros 28 al 31, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus nitens*.

Cuadro N° 28. Volumen E. nitens, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | VOLUMEN M3/HA | SUPERFICIE HA | VOLUMEN REGIONAL M3 |
|------------|---------------|---------------|---------------------|
| 4-6 ** | 65,7 | 2.942,4 | 193.316 |
| 7-9 | 168,76 | 2.593,8 | 437.730 |
| >=10 | 413,70 | 5.902,9 | 2.442.030 |
| Total | | | 3.073.076 |

Error volumen 33,1 %.

**Valor estimado

Dentro de los conglomerados medidos en terreno, no aparecieron los pertenecientes a la primera clase de edad (cuatro a seis años).

Cuadro N° 29. Densidad E. nitens, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | ÁRBOLES/HA | SUPERFICIE HA | NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN |
|------------|------------|---------------|-----------------------|
| 7-9 | 1411,56 | 2.593,8 | 3.661.304 |
| >=10 | 973,04 | 5.902,9 | 5.743.758 |
| Total | | | 9.405.062 |

Cuadro N° 30. Área basal E. nitens, PYMP región de la Araucanía

| CLASE EDAD | ÁREA BASAL M2/HA | SUPERFICIE HA | ÁREA BASAL REGIÓN M2 |
|------------|------------------|---------------|----------------------|
| 7-9 | 25,56 | 2.593,8 | 66.298 |
| >=10 | 40,47 | 5.902,9 | 238.890 |
| Total | | | 305.188 |

Cuadro N° 31. Altura dominante E. nitens, PYMP región de la Araucanía

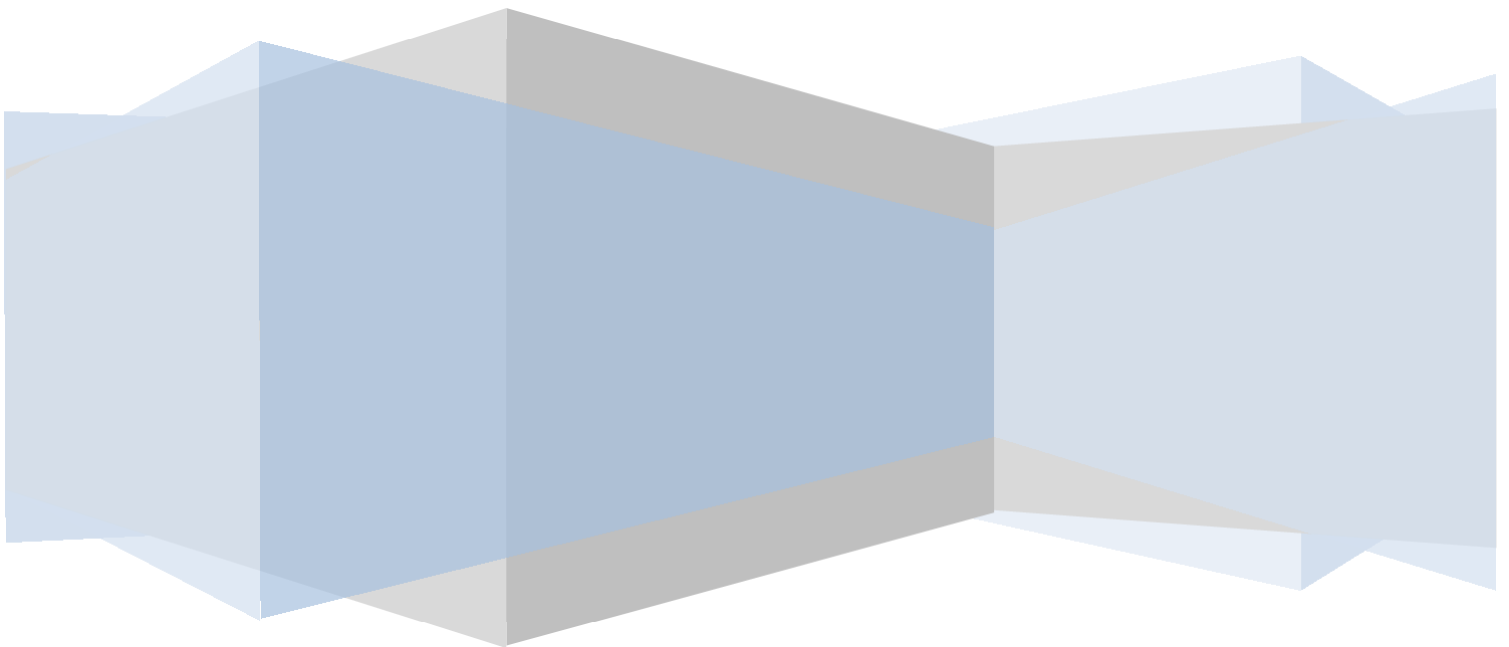
| CLASE EDAD | ALTURA METROS | SUPERFICIE HA |
|------------|---------------|---------------|
| 7-9 | 21,03 | 2.593,8 |
| >=10 | 31,34 | 5.902,9 |

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

INVENTARIO BOSQUE NATIVO

CAPITULO III

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

| | |
|----------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| RESUMEN..... | 2 |
| MACROREGION NORTE..... | 5 |
| REGION DE COQUIMBO..... | 5 |
| REGION DE VALPARAISO | 5 |
| REGION METROPOLITANA..... | 6 |
| REGION DE O'HIGGINS..... | 6 |
| REGION DEL MAULE..... | 7 |
| REGION DEL BIO BIO | 11 |
| REGION DE LOS RIOS..... | 22 |
| REGION DE LOS LAGOS..... | 27 |
| REGION DE AYSÉN | 33 |
| REGION DE MAGALLANES..... | 39 |

Indice Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Existencias A. Basal y Volumen Región del Maule..... | 10 |
| Figura 2 Existencias A. Basal y Volumen Región del Bío Bío..... | 16 |
| Figura 3 Existencias A. Basal y Volumen Región de la Araucanía..... | 21 |
| Figura 4 Existencias A. Basal y Volumen Región de los Ríos | 26 |
| Figura 5 Existencias A. Basal y Volumen Región de los Lagos..... | 32 |
| Figura 6 Existencias A. Basal y Volumen Región de Aysén..... | 38 |
| Figura 7 Existencias A. Basal y Volumen Región de Magallanes..... | 43 |

Inventario de Bosque Nativo

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan en forma detallada las existencias totales por región comprendidas en el proceso de actualización 2014-2015 el que involucra a la Región de Coquimbo, de Valparaíso, Región Metropolitana, de O'Higgins, del Maule, de los Lagos y la proyección de las regiones del Bío Bío, de la Araucanía, de los Ríos, de Aysén y Magallanes.

Los datos e información provistos en los cuadros a continuación reflejan la proyección realizada vía modelos basado en matrices de transición y apoyo de remediciones para las regiones del Maule, Bío Bío, Araucanía, los Ríos y los Lagos, el total de superficie bajo actualización alcanza en este período a 3,3 MMha, las que dan inicio a un nuevo ciclo de inventario continuo.

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. En los cuadros de resultados, se consideran los volúmenes sólido fustal sin corteza sin deducción por defectos de la parte fustal del individuo y sin considerar la parte aérea

RESUMEN

El inventario Continuo de los Ecosistemas Forestales ejecutado por el Instituto Forestal 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 el 13.4 millones de hectáreas de la superficie definida por el Catastro CONAF-MMA como bosque nativo en Chile.

En este reporte 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 2015 equivalente a 3.279.483,00 ha, Las existencias brutas totales fustales comprendidas en las regiones ya medidas alcanzan los 3.347 millones de m³ssc sobre una base cubierta con unidades de muestra de 13,424 millones de ha. A modo de resumen general la siguiente tabla describe las existencias por región, así como, las superficies bajo inventario que dieron origen a las medias estimadas.

Tabla N°1
EXISTENCIAS PARA BASE MUESTRAL ESTADÍSTICA
RESUMEN DE EXISTENCIAS POR REGIÓN

| Región | Existencias (m3ssc) | Crecimiento anual (m3ssc) | Superficie bajo inventario (ha) |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| De Coquimbo | 101.168,15 | - | 3.514,00 |
| De Valparaíso | 1.982.524,84 | - | 95.463,00 |
| Región Metropolitana | 2.638.790,49 | - | 93.526,00 |
| De O'Higgins | 3.543.508,36 | - | 118.013,00 |
| Del Maule | 34.916.862,18 | 874.175,82 | 370.330,00 |
| Del Bío Bío | 149.372.957,87 | 2.759.038,60 | 786.208,00 |
| De la Araucanía | 312.217.802,86 | 5.690.961,49 | 908.501,13 |
| De los Ríos | 367.602.278,18 | 7.412.505,07 | 850.000,00 |
| De los Lagos | 892.282.235,98 | 17.836.691,89 | 2.758.873,00 |
| De Aysén | 1.282.074.746,70 | 19.545.107,96 | 4.815.026,00 |
| De Magallanes | 300.662.548,85 | 6.515.398,81 | 2.625.506,00 |
| Total | 3.347.395.424,46 | 60.633.879,64 | 13.424.000,00 |

Las existencias expandidas a la población total programada a la base país de 13,4 MMha totalizan 3.347 millones de m3ssc, y se detallan a continuación en tabla 2:

Tabla N°2
EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS

| Región | EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS | | |
|----------------------|--|--------------------------|-------------------------|
| | Superficie total (ha) | Volumen Medio (m3ssc/ha) | Existencias (m3ssc) |
| De Coquimbo | 3.514,00 | 28,79 | 101.168,15 |
| De Valparaíso | 95.463,00 | 21,16 | 1.982.524,84 |
| Región Metropolitana | 93.526,00 | 28,21 | 2.638.790,49 |
| De O'Higgins | 118.013,00 | 36,43 | 3.543.508,36 |
| Del Maule | 370.330,00 | 94,38 | 34.916.862,18 |
| Del Bío Bío | 786.208,00 | 189,99 | 149.372.957,87 |
| De la Araucanía | 908.501,13 | 343,66 | 312.217.802,86 |
| De Los Ríos | 850.000,00 | 432,59 | 367.602.278,18 |
| De los Lagos | 2.758.873,00 | 323,42 | 892.282.235,98 |
| De Aysén | 4.814.066,00 | 266,32 | 1.282.074.746,70 |
| De Magallanes | 2.625.506,00 | 248,17 | 300.662.548,85 |
| Total | 13.424.000,00 | | 3.347.395.424,46 |

En este respecto el detalle de las superficies comprometidas en el período 2015 se describe a continuación según superficies de base muestral y total programada:

Tabla N°3
SUPERFICIES PARA BASE MUESTRAL ESTADÍSTICA

| Región | Superficie para Base Muestral Estadística (ha) |
|----------------------|--|
| De Coquimbo | 3.514,00 |
| De Valparaíso | 95.463,00 |
| Región Metropolitana | 93.526,00 |
| De O'Higgins | 118.013,00 |
| Del Maule | 210.094,00 |
| De los Lagos | 2.758.873,00 |
| Total | 3.279.483,00 |

Tabla N°4

EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS Y OBTENIDAS EN 2015

| Región | Superficie total (ha) | Volumen Medio (m ³ ssc/ha) | Existencias (m ³ ssc) |
|----------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| De Coquimbo | 3.514,00 | 28,79 | 101.168,15 |
| De Valparaíso | 95.463,00 | 21,16 | 1.982.524,84 |
| Región Metropolitana | 93.526,00 | 28,21 | 2.638.790,49 |
| De O'Higgins | 118.013,00 | 36,43 | 3.543.508,36 |
| Del Maule | 210.094,00 | 94,38 | 34.916.862,18 |
| De los Lagos | 2.758.873,00 | 323,42 | 892.282.235,98 |
| Total | 3.279.483,00 | | 935.465.090,00 |

La tabla 7 a continuación describe la secuencia histórica de superficies medidas en ciclo de mediciones iniciado el año 2011.

Tabla N°5

EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES ACUMULADAS AL 2015

| Ciclo | Región | Superficie total (ha) | Volumen Medio (m ³ ssc/ha) | Existencias (m ³ ssc) |
|-------|----------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | De Coquimbo | 3.514,00 | 28,79 | 101.168,15 |
| | De Valparaíso | 95.463,00 | 21,16 | 2.019.997,08 |
| | Región Metropolitana | 93.526,00 | 28,21 | 2.638.790,49 |
| | De O'Higgins | 118.013,00 | 36,43 | 4.299.119,18 |
| | De los Lagos | 2.758.873,00 | 265,36 | 732.100.591,82 |
| | Subtotal 2011 | 3.069.389,00 | | 741.159.666,73 |
| | Del Maule | 370.330,00 | 161,54 | 59.823.108,00 |
| | Del Bío Bío | 786.208,00 | 172,62 | 135.715.224,96 |
| | De la Araucanía | 908.501,13 | 290,60 | 264.010.428,38 |
| | De Los Rios | 850.000,00 | 357,43 | 303.815.500,00 |
| | De Aysén | 325.000,00 | 266,32 | 86.554.000,00 |
| | Subtotal 2012 | 3.240.039,00 | | 824.365.491,54 |
| | De Aysén | 3.715.532,0 | 266,32 | 989.520.482,00 |
| | Subtotal 2013 | 3.715.532,0 | | 989.520.482,00 |
| | De Magallanes | 2.625.506,0 | 248,17 | 651.571.824,00 |
| | De Aysén | 774.494,0 | 266,32 | 206.263.242,08 |
| | Subtotal 2014 | 3.400.000,0 | | 857.835.066,10 |
| 2 | De Coquimbo | 3.514,00 | 28,79 | 101.168,15 |
| | De Valparaíso | 95.463,00 | 21,16 | 1.982.524,84 |
| | Región Metropolitana | 93.526,00 | 28,21 | 2.638.790,49 |
| | De O'Higgins | 118.013,00 | 36,43 | 3.543.508,36 |
| | Del Maule | 210.094,00 | 94,38 | 34.916.862,18 |
| | De los Lagos | 2.758.873,00 | 323,42 | 892.282.235,98 |
| | Subtotal 2015 | 3.279.483,00 | | 935.465.090,00 |

EXISTENCIAS TOTALES TODAS LAS REGIONES

MACROREGION NORTE

Las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins se agrupan dado su baja representatividad en superficie de bosques (~3%) como una macrorregión, no obstante, se entregan estimados para cada región. Aquellas celdas marcadas con (*) indican alta incertidumbre (>30% en volumen).

REGION DE COQUIMBO

La región del Coquimbo contabiliza una existencia total de 39.5 mil m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión que supera el 30%.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|-----------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Volumen m3ssc | 1.373,50 | 28,79 | 39.543,1 | * |
| Area Basal m2 | 1.373,50 | 3,20 | 4.395,2 | |
| Nha | 1.373,50 | 209,2 | 288.297,7 | |
| Vol.Netto m3ssc | 1.373,50 | 28,79 | 39.543,1 | |

REGION DE VALPARAISO

La región del Valparaíso contabiliza una existencia total de 1.98 millones m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión del 15,8% en volumen.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|-----------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Volumen m3ssc | 93.692,10 | 21.16 | 1.982.524,84 | 15.75 |
| Area Basal m2 | 93.692,10 | 6.10 | 571.521,81 | 35.6 |
| Nha | 93.692,10 | 300.30 | 28.135.737,63 | 30.40 |
| Vol.Netto m3ssc | 93.692,10 | 6.10 | 571.521,81 | |

REGION METROPOLITANA

La región del Metropolitana contabiliza una existencia total de 2.6 millones m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión sobre el 30% en volumen.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|-----------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Volumen m3ssc | 86.857,70 | 30,38 | 2.638.790,49 | * |
| Area Basal m2 | 86.857,70 | 1,37 | 118.724,98 | * |
| Nha | 86.857,70 | 163,88 | 14.234.239,88 | * |
| Vol.Netto m3ssc | 86.857,70 | 30,21 | 2.624.299,65 | * |

REGION DE O'HIGGINS

La región del O'Higgins contabiliza una existencia total de 3,5 millones m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión sobre el 30% en volumen.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|-----------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Volumen m3ssc | 97.271,10 | 36,43 | 3.543.508,36 | * |
| Area Basal m2 | 97.271,10 | 2,30 | 223.368,49 | * |
| Nha | 97.271,10 | 163,88 | 15.940.787,87 | * |
| Vol.Netto m3ssc | 97.271,10 | 36,23 | 3.524.049,29 | * |

REGION DEL MAULE

La región del Maule contabiliza una existencia total de 34.9 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión de 25,7%.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 369.972,31 | 2.36 | 874.175,82 | 29.31 |
| Volumen m3ssc | 369.972,31 | 94.38 | 34.916.862,18 | 25.71 |
| Area Basal m2 | 369.972,31 | 11.32 | 4.187.670,09 | 18.82 |
| Nha | 369.972,31 | 488,16 | 180.607.106,8 | 18,68 |
| Vol Neto m3ssc | 369.972,31 | 69,02 | 25.534.666,54 | 23,53 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 369.972,31 | 66,95 | 24.768.626,54 | 20,29 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 369.972,31 | 1,93 | 714.970,66 | * |

Las existencias por provincias corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE LINARES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 160.213,4 | 2,92 | 468.107,39 |
| Volumen m3ssc | 160.213,4 | 89,77 | 14.381.799,53 |
| Area Basal m2 | 160.213,4 | 14,48 | 2.319.902,71 |
| Nha | 160.213,4 | 561,26 | 89.921.364,59 |
| Vol Neto m3ssc | 160.213,4 | 72,61 | 11.632.586,22 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 160.213,4 | 70,43 | 11.283.608,63 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 160.213,4 | 2,03 | 325.712,41 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CURICO

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 105.896,1 | 1,26 | 133.317,48 |
| Volumen m3ssc | 105.896,1 | 41,95 | 4.442.692,23 |
| Area Basal m2 | 105.896,1 | 7,85 | 831.369,49 |
| Nha | 105.896,1 | 360,54 | 38.179.562,23 |
| Vol Neto m3ssc | 105.896,1 | 24,00 | 2.541.482,54 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 105.896,1 | 23,28 | 2.465.238,07 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 105.896,1 | 0,67 | 71.161,51 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE TALCA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 103.862,8 | 2,40 | 248.774,48 |
| Volumen m3ssc | 103.862,8 | 84,78 | 8.805.020,52 |
| Area Basal m2 | 103.862,8 | 12,71 | 1.320.321,53 |
| Nha | 103.862,8 | 359,45 | 37.333.079,64 |
| Vol Neto m3ssc | 103.862,8 | 68,57 | 7.121.859,83 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 103.862,8 | 66,51 | 6.908.204,03 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 103.862,8 | 1,92 | 199.412,08 |

Las existencias por tipo forestal presente en la región corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 159.916 | 2,36 | 377.788,39 |
| Volumen m3ssc | 159.916 | 84,09 | 13.446.606,18 |
| Area Basal m2 | 159.916 | 12,42 | 1.986.308,37 |
| Nha | 159.916 | 400,28 | 64.011.469,98 |
| Vol Neto m3ssc | 159.916 | 62,20 | 9.947.276,07 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 159.916 | 60,34 | 9.648.857,79 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 159.916 | 1,74 | 278.523,73 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ESCLEROFILO

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 41.195 | 0,50 | 20.439,19 |
| Volumen m3ssc | 41.195 | 13,78 | 567.747,07 |
| Area Basal m2 | 41.195 | 4,19 | 172.583,92 |
| Nha | 41.195 | 396,51 | 16.334.333,47 |
| Vol Neto m3ssc | 41.195 | 8,80 | 362.480,39 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 41.195 | 8,54 | 351.605,98 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 41.195 | 0,25 | 10.149,45 |

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

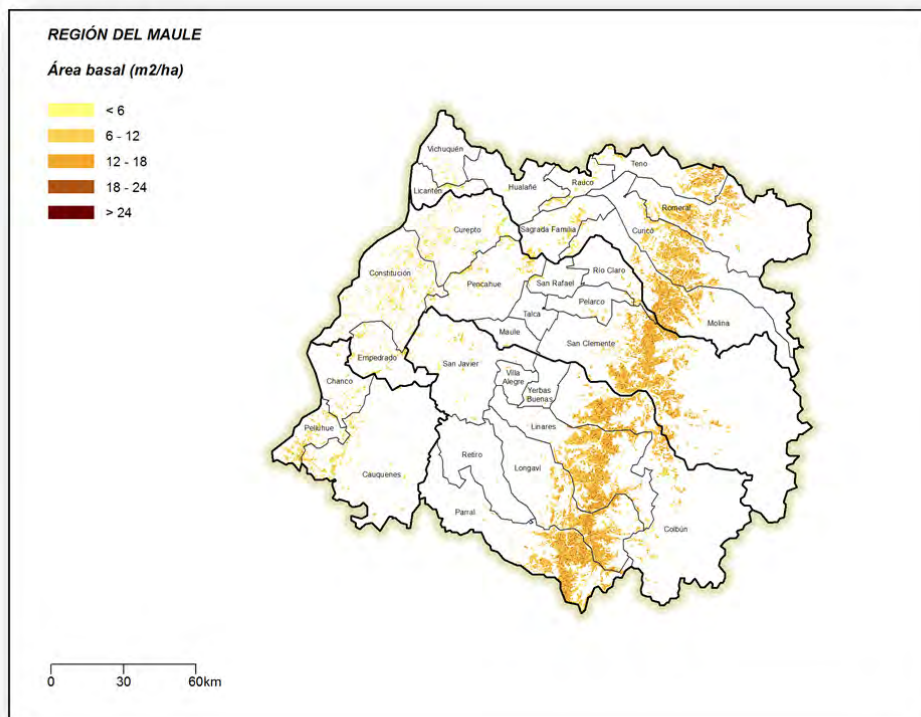
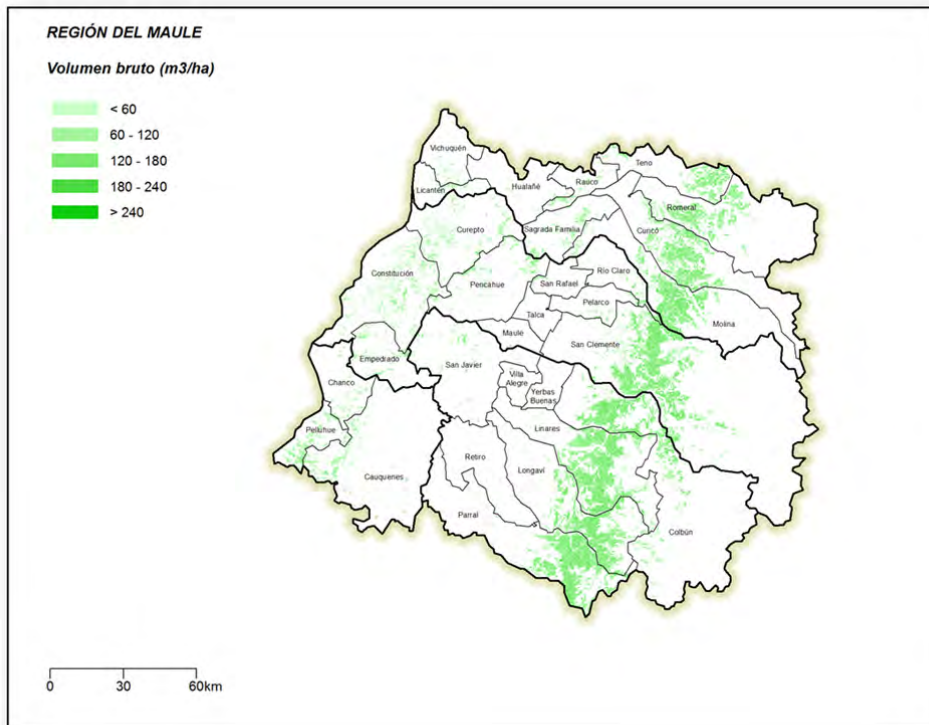


Figura 1 Existencias A. Basal y Volumen Región del Maule

REGION DEL BIO BIO

La región del Bío Bío contabiliza una existencia total de 149,4 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión de 29,23%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 786.208 | 3,51 | 2.759.038,60 | 31,03 |
| Volumen m3ssc | 786.208 | 189,99 | 149.372.957,87 | 29,23 |
| Area Basal m2 | 786.208 | 23,71 | 18.638.921,55 | 17,82 |
| Nha | 786.208 | 572,31 | 449.957.193,85 | 19,26 |
| Vol Neto m3ssc | 786.208 | 189,51 | 148.992.213,45 | 20,73 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 786.208 | 183,82 | 144.522.447,05 | 19,90 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 786.208 | 5,31 | 4.171.781,98 | * |

Las existencias por provincia corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE ARAUCO

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 92.713,5 | 2,67 | 247.415,41 |
| Volumen m3ssc | 92.713,5 | 147,89 | 13.711.853,28 |
| Area Basal m2 | 92.713,5 | 21,09 | 1.955.636,79 |
| Nha | 92.713,5 | 594,98 | 55.162.889,83 |
| Vol Neto m3ssc | 92.713,5 | 147,35 | 13.661.676,20 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 92.713,5 | 142,93 | 13.251.825,91 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 92.713,5 | 4,13 | 382.526,93 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE BIO BIO

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 436.586,6 | 4,87 | 2.125.009,12 |
| Volumen m3ssc | 436.586,6 | 245,56 | 107.207.230,83 |
| Area Basal m2 | 436.586,6 | 29,50 | 12.877,225,13 |
| Nha | 436.586,6 | 701,40 | 306.222.992,27 |
| Vol Neto m3ssc | 436.586,6 | 245,03 | 106.974.876,69 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 436.586,6 | 237,67 | 103.765.630,39 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 436.586,6 | 6,86 | 2.995.296,55 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CONCEPCION

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 25.887,2 | 1,11 | 28.760,83 |
| Volumen m3ssc | 25.887,2 | 77,94 | 2.017.748,02 |
| Area Basal m2 | 25.887,2 | 9,90 | 256.398,16 |
| Nha | 25.887,2 | 572,93 | 14.831.639,79 |
| Vol Neto m3ssc | 25.887,2 | 77,58 | 2.008.428,16 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 25.887,2 | 75,26 | 1.948.175,32 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 25.887,2 | 2,17 | 56.235,99 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE ÑUBLE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 231.020,7 | 2,28 | 526.958,09 |
| Volumen m3ssc | 231.020,7 | 146,56 | 33.858.333,46 |
| Area Basal m2 | 231.020,7 | 17,75 | 4.099.554,44 |
| Nha | 231.020,7 | 353,23 | 81.604.589,65 |
| Vol Neto m3ssc | 231.020,7 | 146,19 | 33.773.773,50 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 231.020,7 | 141,81 | 32.760.560,30 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 231.020,7 | 4,09 | 945.665,66 |

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ARAUCARIA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 43.609,2 | - | - |
| Volumen m3ssc | 43.609,2 | 171,29 | 7.469.666,96 |
| Area Basal m2 | 43.609,2 | 24,35 | 1.061.818,72 |
| Nha | 43.609,2 | 749,38 | 32.679.972,41 |
| Vol Neto m3ssc | 43.609,2 | - | - |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 43.609,2 | - | - |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 43.609,2 | - | - |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL CIPRES DE LA CORDILLERA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 18.852,4 | 2,91 | 54.842,86 |
| Volumen m3ssc | 18.852,4 | 179,24 | 3.379.013,53 |
| Area Basal m2 | 18.852,4 | 20,99 | 395.628,76 |
| Nha | 18.852,4 | 312,13 | 5.884.371,11 |
| Vol Neto m3ssc | 18.852,4 | 178,97 | 3.373.983,50 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 18.852,4 | 173,60 | 3.272.764,00 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 18.852,4 | 5,01 | 94.471,54 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS. TOTALES |
|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 480.667,3 | 3,76 | 1.808.809,07 |
| Volumen m3ssc | 480.667,3 | 203,29 | 97.715.207,81 |
| Area Basal m2 | 480.667,3 | 24,79 | 11.917.295,66 |
| Nha | 480.667,3 | 589,38 | 283.294.153,91 |
| Vol Neto m3ssc | 480.667,3 | 202,79 | 97.475.500,86 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 480.667,3 | 196,71 | 94.551.235,83 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 480.667,3 | 5,68 | 2.729.314,02 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 9.061,7 | 1,83 | 16.580,13 |
| Volumen m3ssc | 9.061,7 | 92,13 | 834.895,45 |
| Area Basal m2 | 9.061,7 | 15,97 | 144.731,24 |
| Nha | 9.061,7 | 576,19 | 5.221.221,90 |
| Vol Neto m3ssc | 9.061,7 | 91,78 | 831.654,32 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 9.061,7 | 89,02 | 806.704,69 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 9.061,7 | 2,57 | 23.286,32 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 143.642 | 0,76 | 109.023,91 |
| Volumen m3ssc | 143.642 | 65,56 | 9.416.537,03 |
| Area Basal m2 | 143.642 | 8,40 | 1.206.413,05 |
| Nha | 143.642 | 147,70 | 21.215.442,80 |
| Vol Neto m3ssc | 143.642 | 65,47 | 9.404.217,09 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 143.642 | 63,51 | 9.122.090,58 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 143.642 | 1,83 | 263.318,08 |

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

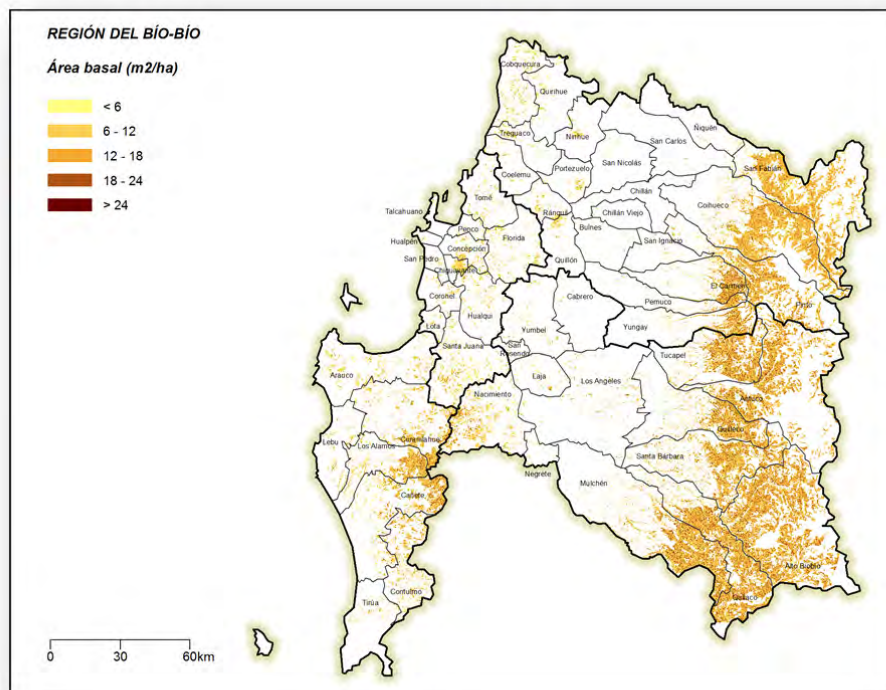
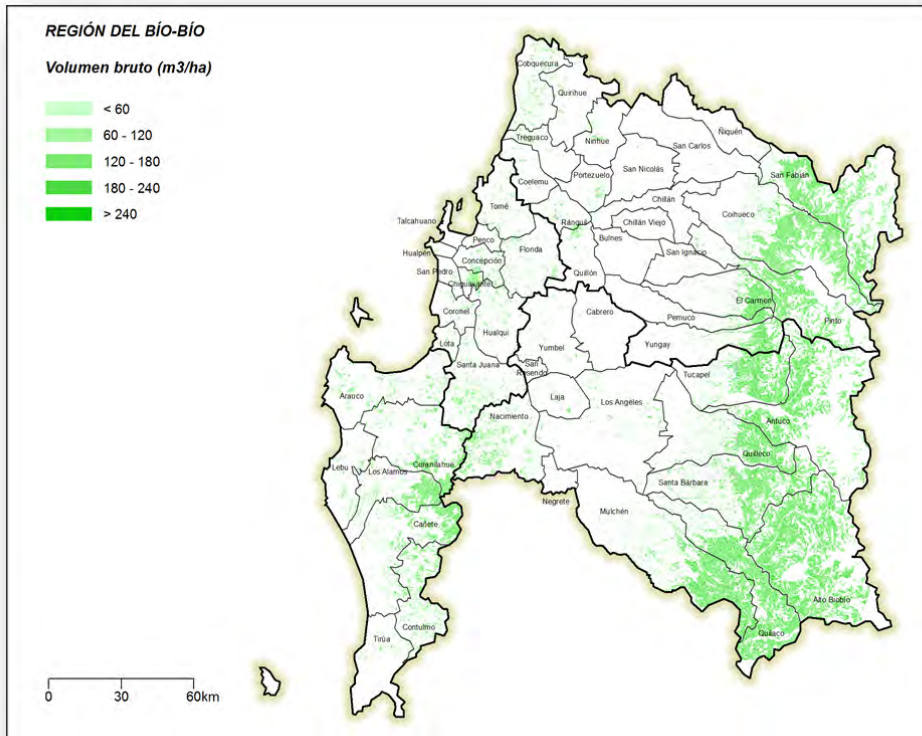


Figura 2 Existencias A. Basal y Volumen Región del Bío Bío

REGION DE LA ARAUCANIA

La región del Araucanía contabiliza una existencia total de 312,2 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión de 23,9%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 908.501,13 | 6,26 | 5.690.961,49 | 26,70 |
| Volumen m3ssc | 908.501,13 | 343,66 | 312.217.802,86 | 23,93 |
| Area Basal m2 | 908.501,13 | 33,61 | 30.537.381,69 | 17,65 |
| Nha | 908.501,13 | 475,75 | 432.216.584,62 | 18,72 |
| Vol Neto m3ssc | 908.501,13 | 244,89 | 222.486.406,32 | 11,28 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 908.501,13 | 237,55 | 215.811.814,13 | 11,84 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 908.501,13 | 6,86 | 6.229.619,38 | 34,37 |

Las existencias por provincia corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CAUTIN

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 490.141,6 | 6,42 | 3.147.553,11 |
| Volumen m3ssc | 490.141,6 | 350,76 | 171.922.684,70 |
| Area Basal m2 | 490.141,6 | 33,98 | 16.654.819,89 |
| Nha | 490.141,6 | 524,33 | 256.995.922,14 |
| Vol Neto m3ssc | 490.141,6 | 247,01 | 121.069.896,71 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 490.141,6 | 239,60 | 117.437.799,81 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 490.141,6 | 6,92 | 3.389.957,11 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA MALLECO

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 418.359,5 | 6,00 | 2.510.048,08 |
| Volumen m3ssc | 418.359,5 | 344,33 | 144.055.075,41 |
| Area Basal m2 | 418.359,5 | 32,32 | 13.520.143,28 |
| Nha | 418.359,5 | 388,91 | 162.704.760,46 |
| Vol Neto m3ssc | 418.359,5 | 236,08 | 98.767.961,12 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 418.359,5 | 229,00 | 95.804.922,29 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 418.359,5 | 6,61 | 2.765.502,91 |

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ARAUCARIA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 207.885,2 | - | - |
| Volumen m3ssc | 207.885,2 | 707,65 | 147.110.386,08 |
| Area Basal m2 | 207.885,2 | 55,04 | 11.441.821,21 |
| Nha | 207.885,2 | 299,51 | 62.263.568,12 |
| Vol Neto m3ssc | 207.885,2 | - | - |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 207.885,2 | - | - |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 207.885,2 | - | - |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 432.488 | 3,61 | 1.560.164,58 |
| Volumen m3ssc | 432.488 | 201,24 | 87.035.524,66 |
| Area Basal m2 | 432.488 | 23,69 | 10.244.764,20 |
| Nha | 432.488 | 497,91 | 215.339.137,56 |
| Vol Neto m3ssc | 432.488 | 173,48 | 75.027.150,33 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 432.488 | 168,27 | 72.776.335,82 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 432.488 | 4,86 | 2.100.760,21 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE-RAULI-TEPA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 104.638,7 | - | - |
| Volumen m3ssc | 104.638,7 | 470,12 | 49.192.226,90 |
| Area Basal m2 | 104.638,7 | 47,49 | 4.969.002,14 |
| Nha | 104.638,7 | 562,48 | 58.856.796,68 |
| Vol Neto m3ssc | 104.638,7 | 371,60 | 38.883.871,26 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 104.638,7 | 360,45 | 37.717.355,12 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 104.638,7 | 10,40 | 1.088.748,40 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 55.670,3 | 4,71 | 262.134,36 |
| Volumen m3ssc | 55.670,3 | 243,35 | 13.547.385,50 |
| Area Basal m2 | 55.670,3 | 28,62 | 1.593.327,79 |
| Nha | 55.670,3 | 579,66 | 32.270.068,44 |
| Vol Neto m3ssc | 55.670,3 | 170,02 | 9.465.330,93 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 55.670,3 | 164,92 | 9.181.371,00 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 55.670,3 | 4,76 | 265.029,27 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 102.199,5 | 5,13 | 524.652,75 |
| Volumen m3ssc | 102.199,5 | 326,51 | 33.369.132,57 |
| Area Basal m2 | 102.199,5 | 28,65 | 2.928.270,65 |
| Nha | 102.199,5 | 359,18 | 36.708.155,11 |
| Vol Neto m3ssc | 102.199,5 | 247,09 | 25.252.805,09 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 102.199,5 | 239,68 | 24.495.220,94 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 102.199,5 | 6,92 | 707.078,54 |

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

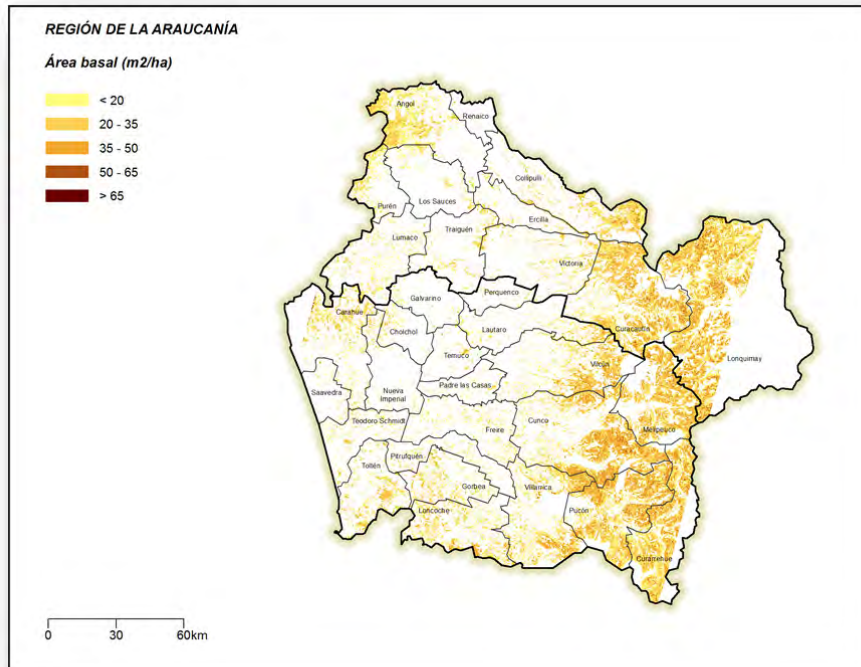
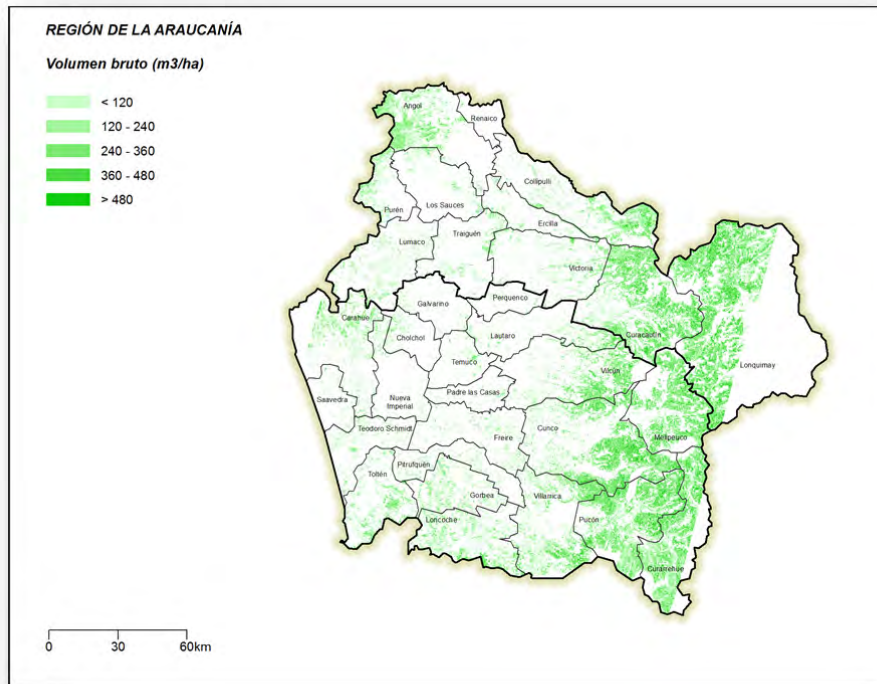


Figura 3 Existencias A. Basal y Volumen Región de la Araucanía

REGION DE LOS RIOS

La región de los Ríos contabiliza una existencia total de 367,60 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión de 22,11%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 849.771 | 8,72 | 7.412.505,07 | 24,42 |
| Volumen m3ssc | 849.771 | 432,59 | 367.602.278,18 | 22,10 |
| Area Basal m2 | 849.771 | 43,04 | 36.572.977,64 | 16,47 |
| Nha | 849.771 | 532,49 | 452.493.202,98 | 15,45 |
| Vol Neto m3ssc | 849.771 | 285,11 | 242.280.228,85 | 11,28 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 849.771 | 276,56 | 235.011.821,98 | 11,84 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 849.771 | 7,98 | 6.783.846,41 | 34,37 |

Las existencias totales por provincia corresponde a:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA RANCO

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 406.350,8 | 7,98 | 3.240.732,81 |
| Volumen m3ssc | 406.350,8 | 410,34 | 166.741.901,54 |
| Area Basal m2 | 406.350,8 | 40,48 | 16.450.946,58 |
| Nha | 406.350,8 | 494,82 | 201.071.052,56 |
| Vol Neto m3ssc | 406.350,8 | 264,63 | 107.532.321,90 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 406.350,8 | 256,69 | 104.306.352,25 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 406.350,8 | 7,41 | 3.010.905,01 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA VALDIVIA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 443.419,8 | 10,02 | 4.443.829,31 |
| Volumen m3ssc | 443.419,8 | 490,22 | 217.371.633,80 |
| Area Basal m2 | 443.419,8 | 47,54 | 21.082.293,18 |
| Nha | 443.419,8 | 531,64 | 235.739.007,23 |
| Vol Neto m3ssc | 443.419,8 | 309,21 | 137.108.152,97 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 443.419,8 | 299,93 | 132.994.908,38 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 443.419,8 | 8,66 | 3.839.028,28 |

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 192.732,2 | 4,81 | 927.724,71 |
| Volumen m3ssc | 192.732,2 | 269,88 | 52.013.885,57 |
| Area Basal m2 | 192.732,2 | 28,19 | 5.432.272,68 |
| Nha | 192.732,2 | 444,28 | 85.626.190,41 |
| Vol Neto m3ssc | 192.732,2 | 181,33 | 34.947.562,68 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 192.732,2 | 175,89 | 33.899.135,80 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 192.732,2 | 5,08 | 978.531,76 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE-RAULI-TEPA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 246.910,7 | - | - |
| Volumen m3ssc | 246.910,7 | 954,78 | 235.745.380,10 |
| Area Basal m2 | 246.910,7 | 83,33 | 20.574.376,25 |
| Nha | 246.910,7 | 517,60 | 127.801.911,70 |
| Vol Neto m3ssc | 246.910,7 | 557,25 | 137.591.046,73 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 246.910,7 | 540,53 | 133.463.315,33 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 246.910,7 | 15,60 | 3.852.549,31 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ESCLEROFILO

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 995,3 | 1,58 | 1.572,56 |
| Volumen m3ssc | 995,3 | 81,86 | 81.479,19 |
| Area Basal m2 | 995,3 | 11,87 | 11.809,29 |
| Nha | 995,3 | 839,08 | 835.135,78 |
| Vol Neto m3ssc | 995,3 | 45,37 | 45.154,47 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 995,3 | 44,01 | 43.799,83 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 995,3 | 1,27 | 1.264,33 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 215.441,2 | 4,94 | 1.064.179,29 |
| Volumen m3ssc | 215.441,2 | 247,39 | 53.298.741,10 |
| Area Basal m2 | 215.441,2 | 30,46 | 6.562.530,14 |
| Nha | 215.441,2 | 582,72 | 125.541.096,93 |
| Vol Neto m3ssc | 215.441,2 | 168,41 | 36.283.391,53 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 215.441,2 | 163,36 | 35.194.889,78 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 215.441,2 | 4,72 | 1.015.934,96 |

REGION DE LOS LAGOS

La región de los Lagos contabiliza una existencia total de 892,3 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión de 22,63%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|--------------------------|--------------------|-------------|---------------------|-----------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 2.758.873 | 6,47 | 17.836.691,89 | 26,77 |
| Volumen m3ssc | 2.758.873 | 323,42 | 892.282.235,98 | 22,63 |
| Area Basal m2 | 2.758.873 | 34,36 | 94.783.069,74 | 18,17 |
| Nha | 2.758.873 | 605,77 | 1.671.250.802,12 | 19,51 |
| Vol Neto m3ssc | 2.758.873 | 224,94 | 620.594.385,95 | 11,28 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 2.758.873 | 218,20 | 601.976.554,37 | 11,84 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 2.758.873 | 6,30 | 17.376.642,81 | 34,37 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE LLANQUIHUE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|--------------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 776.992,8 | 5,98 | 4.642.598,45 |
| Volumen m3ssc | 776.992,8 | 284,85 | 221.323.811,77 |
| Area Basal m2 | 776.992,8 | 32,50 | 25.252.231,25 |
| Nha | 776.992,8 | 598,12 | 464.736.561,12 |
| Vol Neto m3ssc | 776.992,8 | 197,96 | 153.811.769,47 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 776.992,8 | 192,02 | 149.197.416,39 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 776.992,8 | 5,54 | 4.306.729,55 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA OSORNO

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 377.344,8 | 5,50 | 2.076.477,92 |
| Volumen m3ssc | 377.344,8 | 300,44 | 113.368.411,48 |
| Area Basal m2 | 377.344,8 | 31,94 | 12.051.825,35 |
| Nha | 377.344,8 | 682,91 | 257.694.186,84 |
| Vol Neto m3ssc | 377.344,8 | 191,42 | 72.231.576,21 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 377.344,8 | 185,68 | 70.064.628,92 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 377.344,8 | 5,36 | 2.022.484,13 |

Las existencias totales por tipo forestal corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ALERCE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 121.359 | - | - |
| Volumen m3ssc | 121.359 | 552,00 | 66.989.819,26 |
| Area Basal m2 | 121.359 | 67,23 | 8.159.473,24 |
| Nha | 121.359 | 1,396,32 | 169.456.243,81 |
| Vol Neto m3ssc | 121.359 | - | - |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 121.359 | - | - |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 121.359 | - | - |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 173.882,9 | 3,61 | 627.030,22 |
| Volumen m3ssc | 173.882,9 | 195,38 | 33.973.116,33 |
| Area Basal m2 | 173.882,9 | 23,39 | 4.067.133,24 |
| Nha | 173.882,9 | 492,96 | 85.717.601,62 |
| Vol Neto m3ssc | 173.882,9 | 127,00 | 22.083.469,24 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 173.882,9 | 123,19 | 21.420.965,16 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 173.882,9 | 3,56 | * |

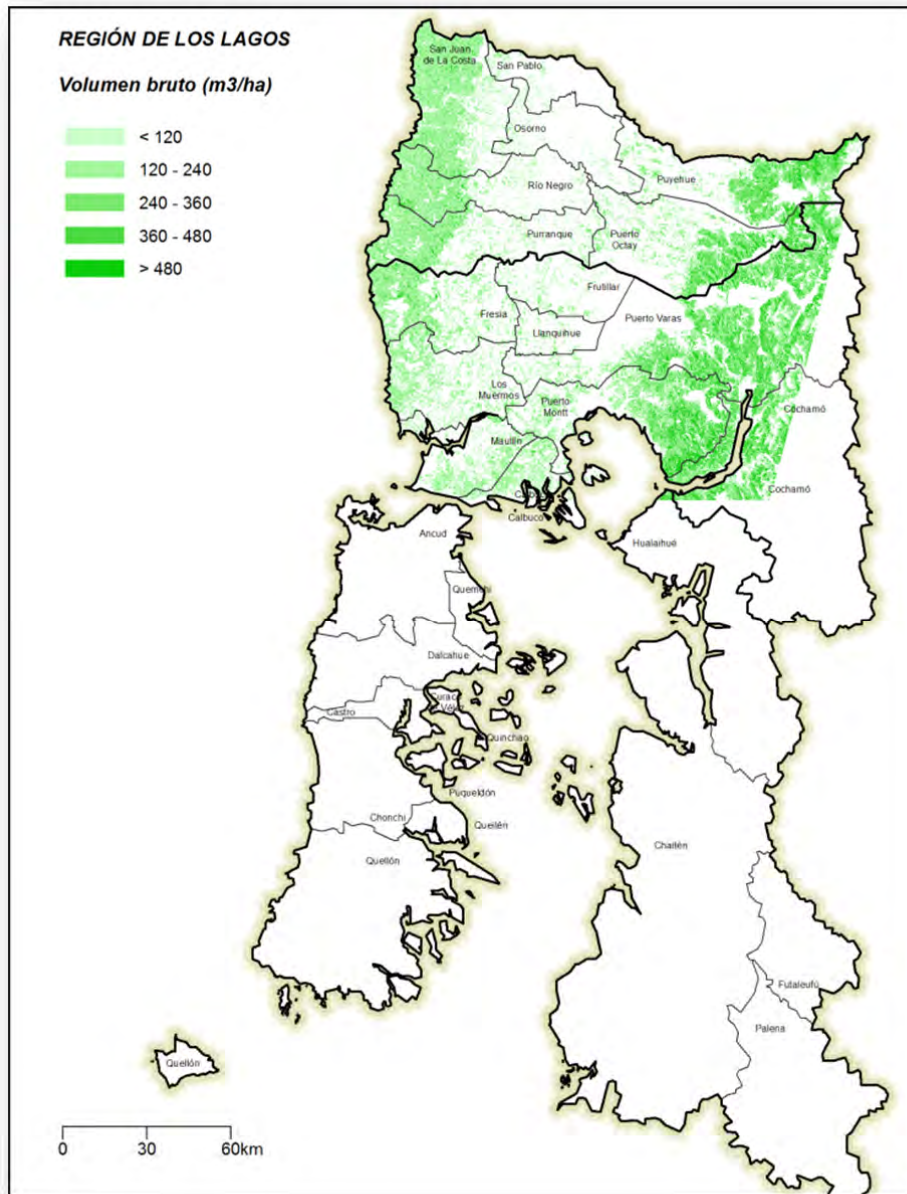
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE-RAULI-TEPA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 195.130,5 | - | - |
| Volumen m3ssc | 195.130,5 | 447,09 | 87.241.682,71 |
| Area Basal m2 | 195.130,5 | 36,77 | 7.174.927,23 |
| Nha | 195.130,5 | 499,34 | 97.436.646,13 |
| Vol Neto m3ssc | 195.130,5 | 407,55 | 79.525.316,19 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 195.130,5 | 395,32 | 77.139.556,70 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 195.130,5 | 11,41 | 2.226.708,85 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 421.478,6 | 6,07 | 2.557.550,60 |
| Volumen m3ssc | 421.478,6 | 303,21 | 127.798.205,33 |
| Area Basal m2 | 421.478,6 | 34,12 | 14.379.221,51 |
| Nha | 421.478,6 | 611,65 | 257.795.603,06 |
| Vol Neto m3ssc | 421.478,6 | 179,39 | 75.608.170,48 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 421.478,6 | 174,01 | 73.339.925,36 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 421.478,6 | 5,02 | 2.117.028,77 |

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



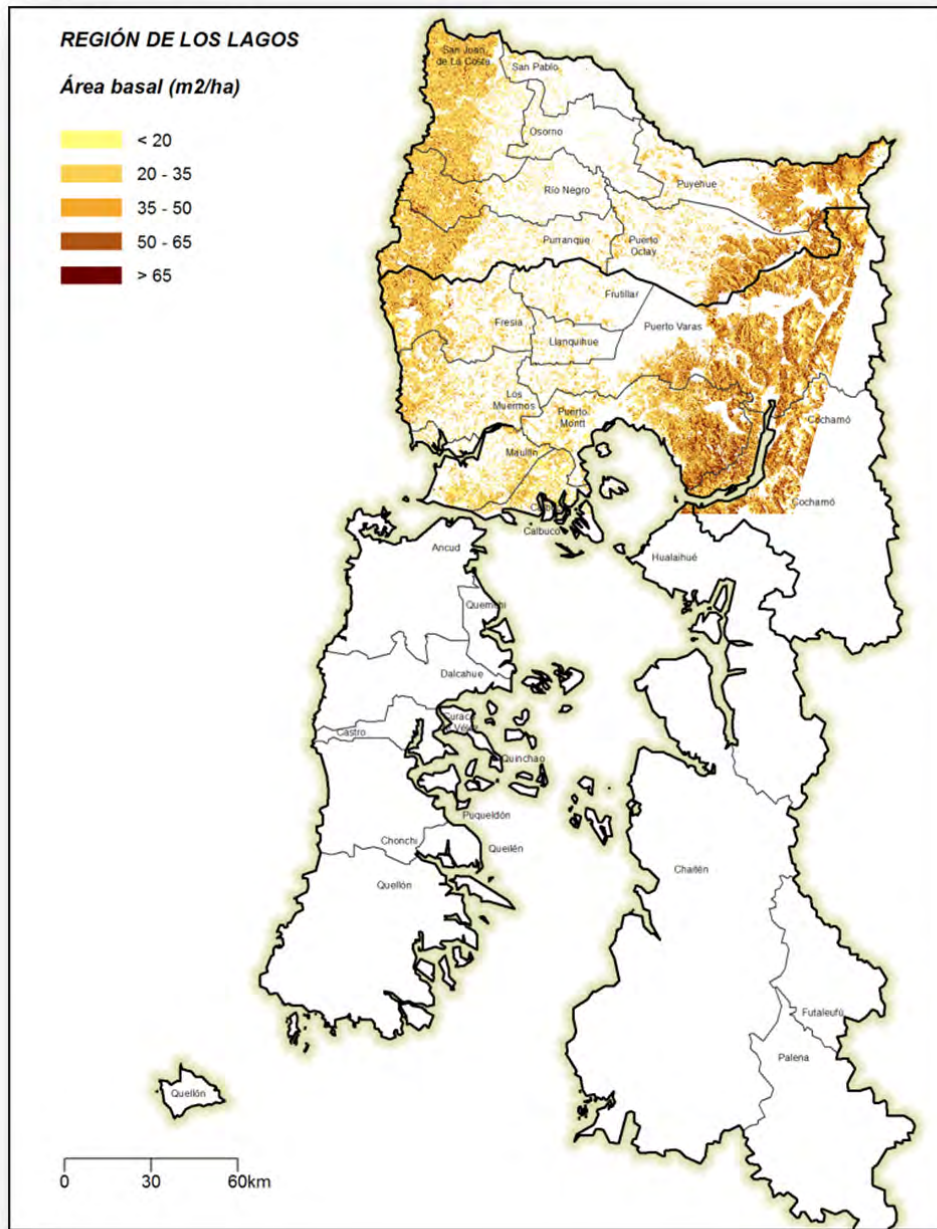


Figura 5 Existencias A. Basal y Volumen Región de los Lagos

REGION DE AYSÉN

La región de Aysén contabiliza una existencia total de 1.015 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión superior al 30%.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 3.811.244,5 | 6,04 | 23.009.025,30 | * |
| Volumen m3ssc | 3.811.244,5 | 266,32 | 1.015.004.847,66 | * |
| Area Basal m2 | 3.811.244,5 | 39,82 | 151.745.508,70 | 23,42 |
| Nha | 3.811.244,5 | 625,35 | 2.383.343.045,43 | 36,04 |
| Vol Neto m3ssc | 3.811.244,5 | 206,57 | 787.284.287,25 | 22,93 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 3.811.244,5 | 200,37 | 763.665.758,63 | 27,92 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 3.811.244,5 | 5,78 | 22.043.960,04 | * |

Las existencias totales por provincia son:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE AYSÉN

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 2.433.634,4 | 7,15 | 17.400.445,10 |
| Volumen m3ssc | 2.433.634,4 | 707,15 | 1.720.932.901,30 |
| Area Basal m2 | 2.433.634,4 | 49,67 | 120.874.808,80 |
| Nha | 2.433.634,4 | 294,41 | 716.475.292,54 |
| Vol Neto m3ssc | 2.433.634,4 | 553,78 | 1.347.703.591,62 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 2.433.634,4 | 537,17 | 1.307.272.483,88 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 2.433.634,4 | 15,51 | 37.735.700,57 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CAPITAN PRAT

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 765.826,3 | 6,25 | 4.783.783,07 |
| Volumen m3ssc | 765.826,3 | 316,27 | 242.211.094,71 |
| Area Basal m2 | 765.826,3 | 29,62 | 22.684.138,40 |
| Nha | 765.826,3 | 593,58 | 454.578.496,68 |
| Vol Neto m3ssc | 765.826,3 | 277,70 | 212.666.615,36 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 765.826,3 | 269,36 | 206.286.616,90 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 765.826,3 | 7,78 | 5.954.665,23 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE COYHAIQUE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 416.934,1 | 5,47 | 2.279.550,88 |
| Volumen m3ssc | 416.934,1 | 430,12 | 179.331.326,21 |
| Area Basal m2 | 416.934,1 | 41,19 | 17.172.522,87 |
| Nha | 416.934,1 | 603,71 | 251.707.696,84 |
| Vol Neto m3ssc | 416.934,1 | 316,99 | 132.165.600,42 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 416.934,1 | 307,48 | 128.200.632,40 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 416.934,1 | 8,88 | 3.700.636,81 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE GENERAL CARRERA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 194.482,8 | 6,22 | 1.208.914,68 |
| Volumen m3ssc | 194.482,8 | 522,94 | 101.702.127,93 |
| Area Basal m2 | 194.482,8 | 47,68 | 9.272.755,64 |
| Nha | 194.482,8 | 702,26 | 136.577.770,78 |
| Vol Neto m3ssc | 194.482,8 | 416,60 | 81.022.186,61 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 194.482,8 | 404,11 | 78.591.521,01 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 194.482,8 | 11,66 | 2.268.621,23 |

Las existencias totales por tipo forestal corresponde a:

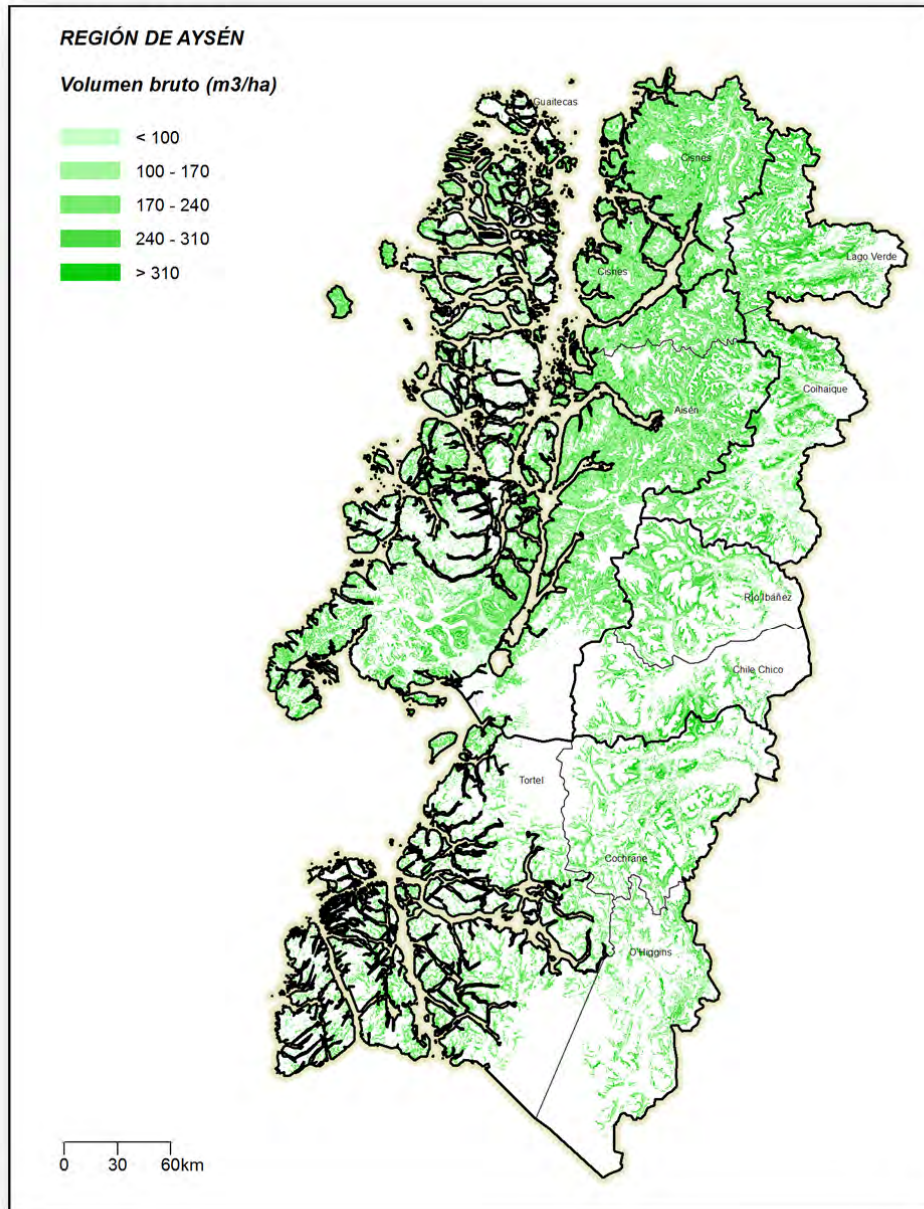
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 1.912.277 | 6,89 | 13.173.125,17 |
| Volumen m3ssc | 1.912.277 | 747,95 | 1.430.293.233,86 |
| Area Basal m2 | 1.912.277 | 55,53 | 106.182.751,22 |
| Nha | 1.912.277 | 419,20 | 801.619.626,26 |
| Vol Neto m3ssc | 1.912.277 | 579,04 | 1.107.285.140,38 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 1.912.277 | 561,67 | 1.074.066.586,17 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 1.912.277 | 16,21 | 31.003.983,93 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|----------------|------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 417.514,5 | 5,67 | 2.368.237,70 |
| Volumen m3ssc | 417.514,5 | 414,97 | 173.256.411,98 |
| Area Basal m2 | 417.514,5 | 40,57 | 16.938.384,11 |
| Nha | 417.514,5 | 662,85 | 276.750.379,51 |
| Vol Neto m3ssc | 417.514,5 | 313,06 | 130.707.436,38 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 417.514,5 | 303,67 | 126.786.213,29 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 417.514,5 | 8,77 | 3.659.808,22 |

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



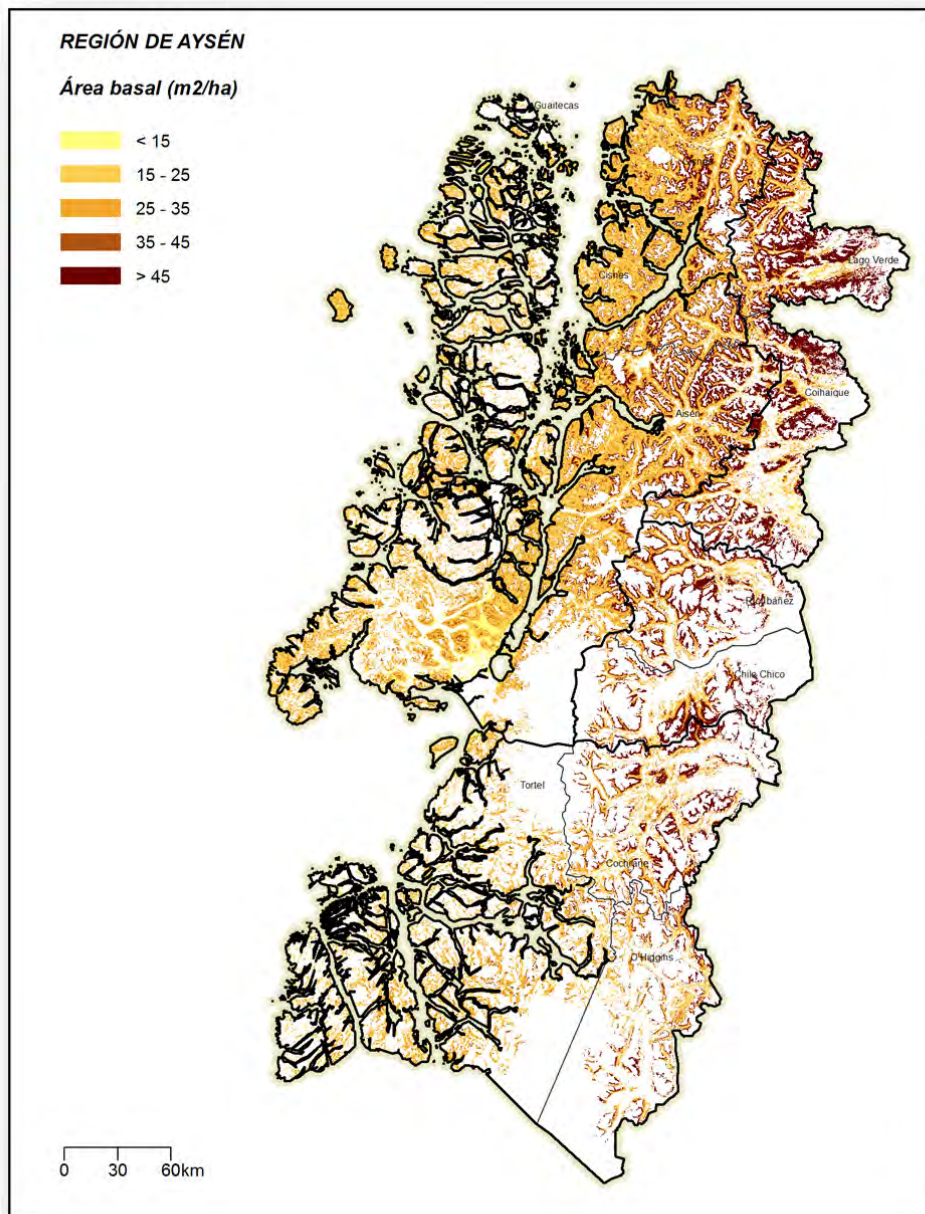


Figura 6 Existencias A. Basal y Volumen Región de Aysén

REGION DE MAGALLANES

La región de Magallanes contabiliza una existencia total de 300,6 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión de 21,5%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES | ERROR (%) |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 1.211.539,75 | 5,38 | 6.515.398,81 | * |
| Volumen m3ssc | 1.211.539,75 | 248,17 | 300.662.548,85 | 21,53 |
| Area Basal m2 | 1.211.539,75 | 26,84 | 32.511.753,58 | 19,82 |
| Nha | 1.211.539,75 | 441,18 | 534.508.318,15 | 40,97 |
| Vol Neto m3ssc | 1.211.539,75 | 218,21 | 264.365.454,26 | 18,96 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 1.211.539,75 | 211,66 | 256.434.490,64 | 25,83 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 1.211.539,75 | 6,11 | 7.402.232,72 | 37,38 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE MAGALLANES

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 444.600,23 | 5,61 | 2.492.596,21 |
| Volumen m3ssc | 444.600,23 | 334,84 | 148.870.956,16 |
| Area Basal m2 | 444.600,23 | 34,82 | 15.482.647,83 |
| Nha | 444.600,23 | 642,24 | 285.538.819,29 |
| Vol Neto m3ssc | 444.600,23 | 295,00 | 131.158.967,59 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 444.600,23 | 286,15 | 127.224.198,56 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 444.600,23 | 8,26 | 3.672.451,09 |

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA TIERRA DEL FUEGO

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 326.774,66 | 6,04 | 1.972.150,43 |
| Volumen m3ssc | 326.774,66 | 276,56 | 90.372.473,19 |
| Area Basal m2 | 326.774,66 | 30,18 | 9.861.732,46 |
| Nha | 326.774,66 | 333,69 | 109.042.416,62 |
| Vol Neto m3ssc | 326.774,66 | 219,57 | 71.749.157,87 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 326.774,66 | 212,98 | 69.596.683,13 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 326.774,66 | 6,15 | 2.008.976,42 |

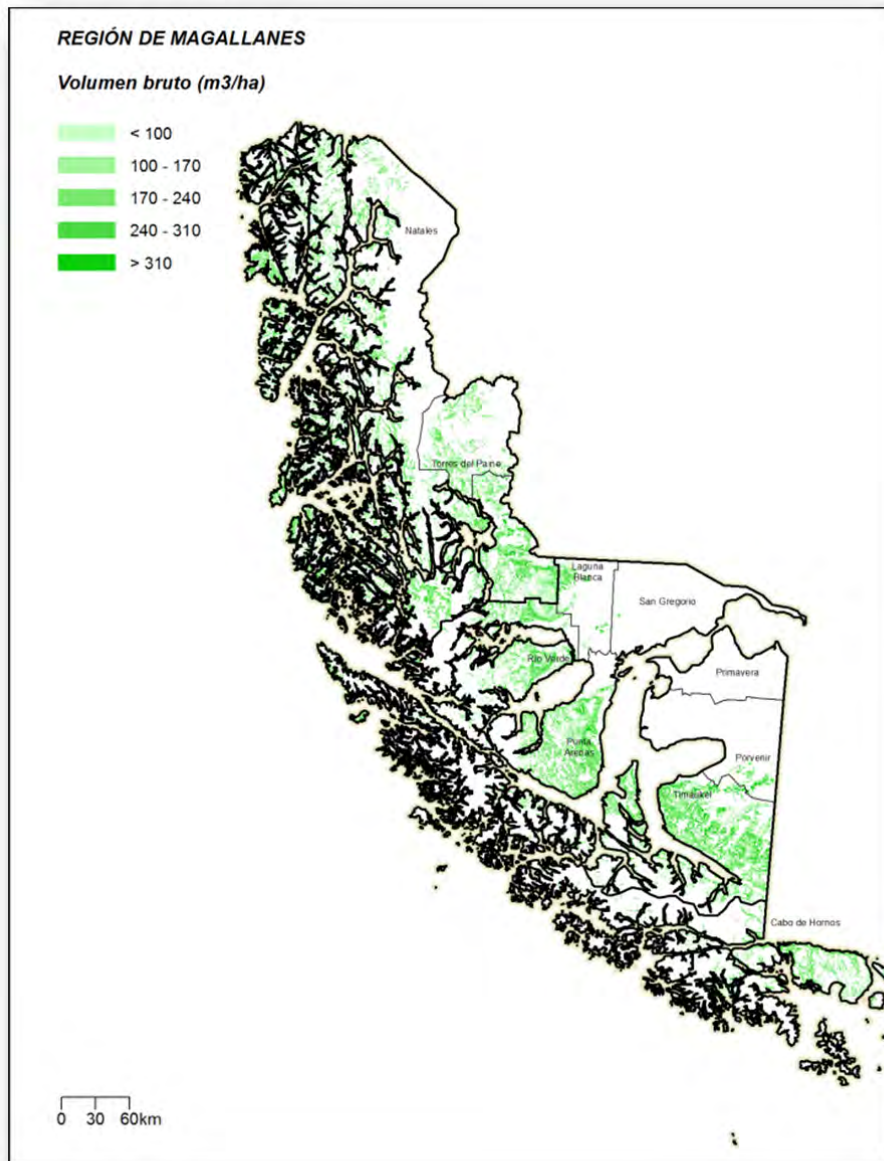
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA ULTIMA ESPERANZA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 302.914,94 | 4,78 | 1.447.769,84 |
| Volumen m3ssc | 302.914,94 | 180,49 | 54.674.329,18 |
| Area Basal m2 | 302.914,94 | 20,49 | 6.206.363,62 |
| Nha | 302.914,94 | 346,56 | 104.979.110,35 |
| Vol Neto m3ssc | 302.914,94 | 164,87 | 49.940.607,64 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 302.914,94 | 159,92 | 48.442.389,41 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 302.914,94 | 4,62 | 1.398.337,01 |

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

| VARIABLE | SUPERFICIE (ha) | VALOR MEDIO | EXISTENCIAS TOTALES |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Crecimiento Vol m3ssc | 1.124.564,91 | 5,63 | 6.334.642,70 |
| Volumen m3ssc | 1.124.564,91 | 299,54 | 336.850.781,13 |
| Area Basal m2 | 1.124.564,91 | 32,45 | 36.495.294,12 |
| Nha | 1.124.564,91 | 498,53 | 560.632.623,62 |
| Vol Neto m3ssc | 1.124.564,91 | 244,61 | 275.084.515,93 |
| Vol,Neto,Pulp m3ssc | 1.124.564,91 | 237,28 | 266.831.980,45 |
| Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc | 1.124.564,91 | 6,85 | 7.702.366,45 |

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



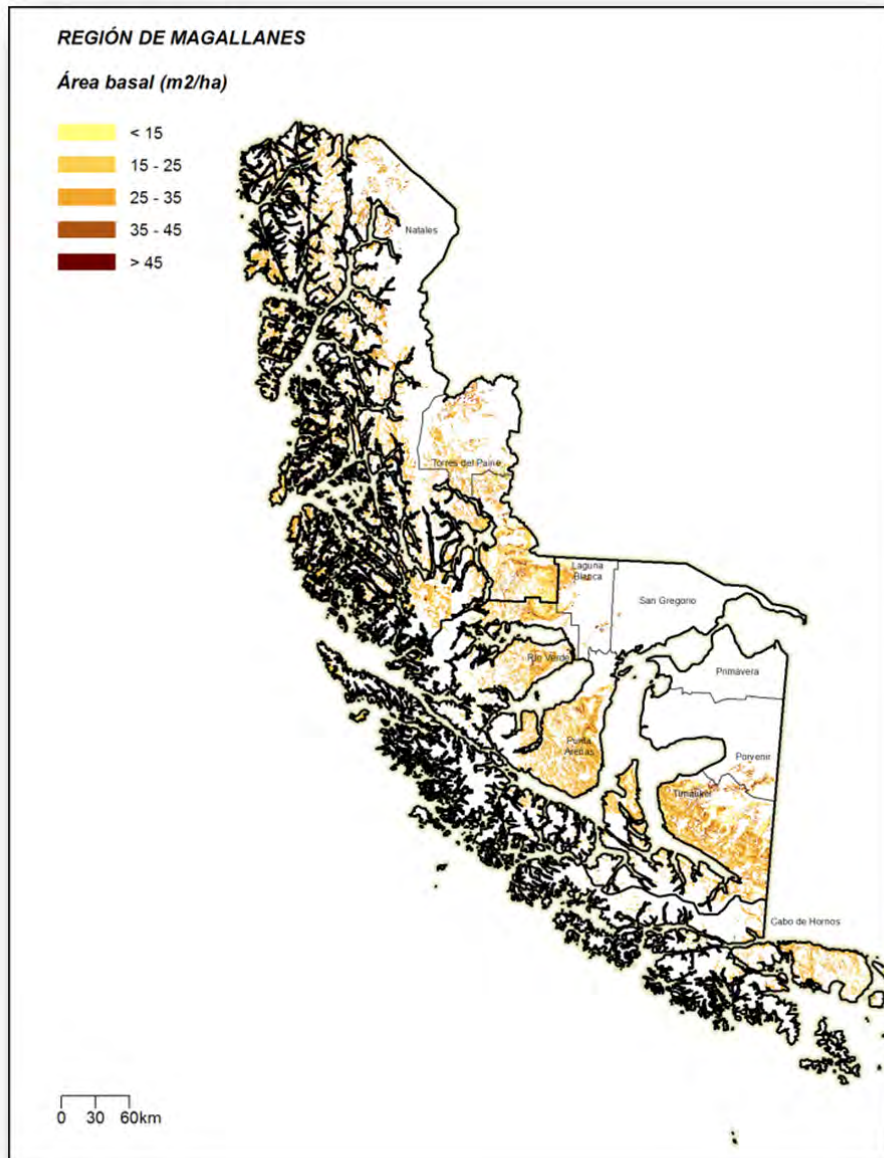


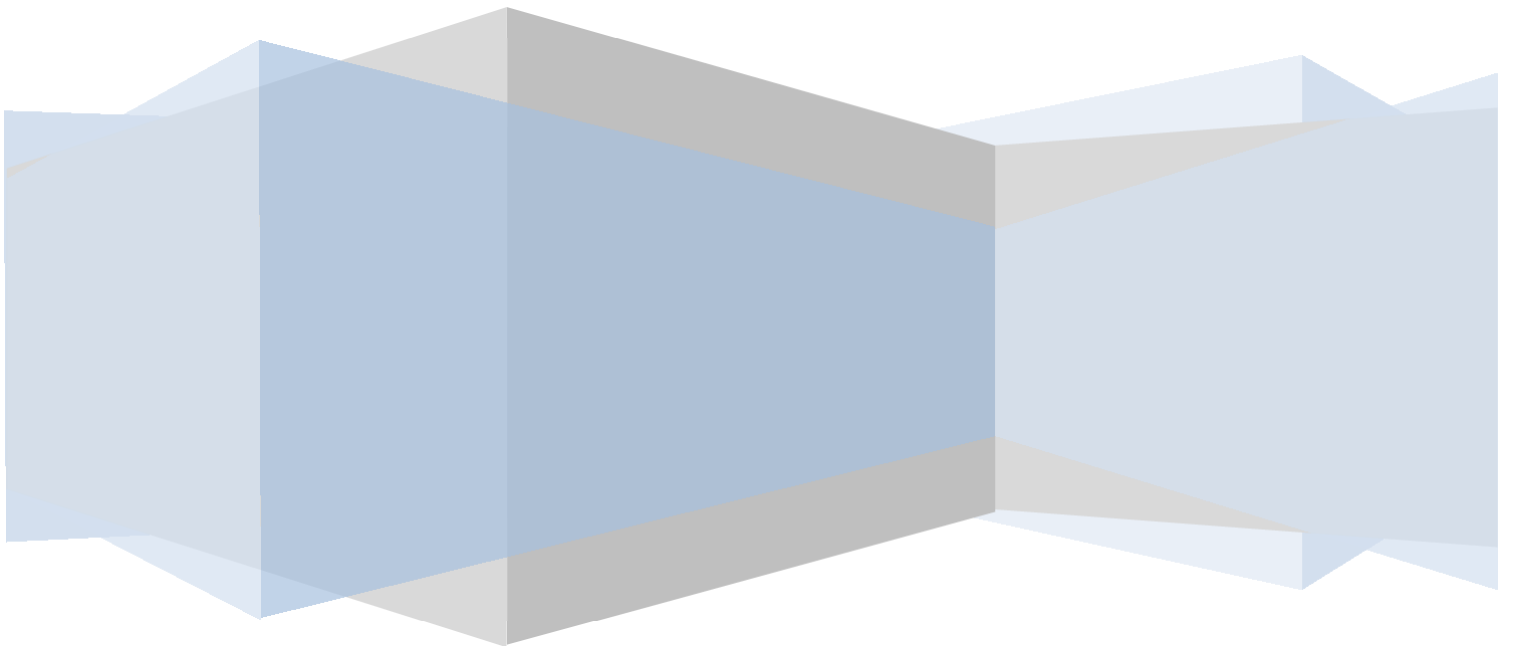
Figura 7 Existencias A. Basal y Volumen Región de Magallanes

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

EXISTENCIAS DE CARBONO

CAPITULO IV

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

| | |
|--|---|
| EXISTENCIAS DE tCO _{2-eq} A NIVEL REGIONAL..... | 1 |
| EXISTENCIAS DE tCO _{2-eq} A NIVEL PROVINCIAL..... | 2 |
| EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DEL MAULE..... | 2 |
| EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DEL BIO BIO..... | 2 |
| EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LA ARAUCANIA..... | 3 |
| EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LOS RIOS..... | 3 |
| EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LOS LAGOS..... | 3 |
| EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE AYSEN..... | 4 |
| EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE MAGALLANES..... | 4 |

Evaluación de Existencias de Gases de Efecto Invernadero en Bosques Nativos

La cantidad de CO_{2-eq} capturado en los bosques naturales de nuestro país es un tema de alto interés actualmente, en especial desde la cumbre de Río de 1992 y la implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC). En este contexto se reportan de forma referencial aquí las existencias de bosques en su equivalencia a gases efecto invernadero¹. Estas equivalencias se estiman bajo el detalle metodológico descrito en capítulo I del presente informe (véase Capítulo I: Procesamiento para la estimación de existencias en Biomasa y Carbono). Los datos entregados en estos cuadros resúmenes se refieren a tCO_{2-eq} total aérea y raíces de individuos vivos. No obstante, en base de datos se cuenta con información de biomasa y Carbono para material muerto en pie y desechos gruesos y finos sobre el suelo, incluyendo hojarasca y humus.

EXISTENCIAS DE tCO_{2-eq} A NIVEL REGIONAL

Las existencias de tCO_{2-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, las 5.789.478.816,2 tCO_{2-eq}. Las existencias medias de tCO_{2-eq} más altas se dan en la región de los Ríos con 809.51 tCO_{2-eq}, con un aporte de captura anual bruta de 12,16 tCO_{2-eq} ha⁻¹. La captura total anual bruta para todas las regiones alcanza los 94.097.466,1 tCO_{2-eq}.

EXISTENCIAS DE CO_{2-eq} A NIVEL REGIONAL

| REGION | EXISTENCIAS MEDIAS (tCO _{2-eq} /ha) | INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO _{2-eq} /ha) | SUPERFICIE (ha) | EXISTENCIAS TOTALES (tCO _{2-eq}) | INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO _{2-eq}) |
|-----------------|--|---|-----------------|--|--|
| DEL MAULE | 196,82 | 2,65 | 369.972,31 | 72.818.551,26 | 981.323,17 |
| DEL BIO BIO | 396,21 | 14,71 | 786.208,00 | 311.502.144,95 | 11.568.709,35 |
| DE LA ARAUCANIA | 716,67 | 9,79 | 908.501,10 | 651.099.403,82 | 8.891.805,57 |
| DE LOS RIOS | 902,13 | 12,16 | 849.771,00 | 766.604.248,60 | 10.332.775,75 |
| DE LOS LAGOS | 674,47 | 10,01 | 2.012.603,90 | 1.860.764.542,43 | 27.616.318,73 |
| DE AYSEN | 555,39 | 7,79 | 3.811.244,50 | 2.116.720.095,57 | 29.678.258,04 |
| DE MAGALLANES | 517,54 | 10,32 | 1.211.539,73 | 627.017.682,45 | 12.501.440,58 |

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.

EXISTENCIAS DE tCO₂-eq A NIVEL PROVINCIAL

Los cuadros a continuación describen el desglose a nivel provincial para las regiones inventariadas.

EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DEL MAULE

A nivel provincial las existencias en la región del Maule se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO₂-eq A NIVEL PROVINCIAL

| REGION | PROVINCIA | EXISTENCIAS MEDIAS (tCO ₂ -eq/ha) | INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq/ha) | SUPERFICIE (ha) | EXISTENCIAS TOTALES (tCO ₂ -eq) | INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq) |
|-----------|-----------|--|---|-----------------|--|--|
| DEL MAULE | CURICO | 87,48 | 2,27 | 105.896,10 | 9.264.132,78 | 240.073,69 |
| DEL MAULE | LINARES | 187,21 | 2,55 | 160.213,40 | 29.993.206,82 | 408.014,28 |
| DEL MAULE | TALCA | 176,80 | 3,19 | 90.420,30 | 18.363.111,82 | 288.698,44 |

EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DEL BIO BIO

A nivel provincial las existencias en la región del Bío Bío se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO₂ A NIVEL PROVINCIAL

| REGION | PROVINCIA | EXISTENCIAS MEDIAS (tCO ₂ -eq/ha) | INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq/ha) | SUPERFICIE (ha) | EXISTENCIAS TOTALES (tCO ₂ -eq) | INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq) |
|-------------|------------|--|---|-----------------|--|--|
| DEL BIO BIO | ARAUCO | 308,41 | 18,00 | 92.713,50 | 28.593.981,07 | 1.669.232,85 |
| DEL BIO BIO | BIOBIO | 512,09 | 15,22 | 436.586,60 | 223.573.778,54 | 6.644.013,21 |
| DEL BIO BIO | CONCEPCION | 162,54 | 11,88 | 25.887,20 | 4.207.637,53 | 307.481,59 |
| DEL BIO BIO | NUBLE | 305,64 | 11,28 | 231.020,70 | 70.608.858,72 | 2.606.051,99 |

EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LA ARAUCANIA

A nivel provincial las existencias en la región de la Araucanía se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO2-eq A NIVEL PROVINCIAL

| REGION | PROVINCIA | EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha) | INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha) | SUPERFICIE (ha) | EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq) | INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq) |
|-----------------|-----------|---------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|---|
| DE LA ARAUCANIA | Cautín | 731,48 | 11,30 | 490.141,60 | 358.529.145,17 | 5.536.684,51 |
| DE LA ARAUCANIA | Malleco | 718,07 | 7,68 | 418.359,50 | 300.412.042,42 | 3.213.877,63 |

EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LOS RÍOS

A nivel provincial las existencias en la región de los Ríos se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO2-eq A NIVEL PROVINCIAL

| REGION | PROVINCIA | EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha) | INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha) | SUPERFICIE (ha) | EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq) | INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq) |
|-------------|-----------|---------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|---|
| DE LOS RÍOS | Ranco | 855,73 | 12,79 | 406.350,80 | 347.726.519,29 | 5.196.633,90 |
| DE LOS RÍOS | Valdivia | 1.022,31 | 11,64 | 443.419,80 | 453.313.807,52 | 5.162.492,12 |

EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LOS LAGOS

A nivel provincial las existencias en la región de los Lagos se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO2-eq A NIVEL PROVINCIAL

| REGION | PROVINCIA | EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha) | INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha) | SUPERFICIE (ha) | EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq) | INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq) |
|--------------|------------|---------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|---|
| DE LOS LAGOS | Llanquihue | 594,03 | 9,30 | 776.991,80 | 461.557.761,41 | 7.225.825,62 |
| DE LOS LAGOS | Osorno | 626,54 | 11,18 | 371.236,30 | 236.422.585,80 | 4.150.234,83 |

EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE AISEN

A nivel provincial las existencias en la región de Aysén se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO2 A NIVEL PROVINCIAL

| REGION | PROVINCIA | EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha) | INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha) | SUPERFICIE (ha) | EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq) | INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq) |
|----------|-----------------|---------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|---|
| DE AISEN | Aysén | - | - | - | - | - |
| DE AISEN | Capitan Prat | 659,55 | 9,85 | 765.826,30 | 505.104.357,89 | 7.540.902,60 |
| DE AISEN | Coyhaique | 896,98 | 7,74 | 416.934,10 | 373.981.305,81 | 3.228.279,70 |
| DE AISEN | General Carrera | - | - | - | - | - |

EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE MAGALLANES

A nivel provincial las existencias en la región de Magallanes se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO2 A NIVEL PROVINCIAL

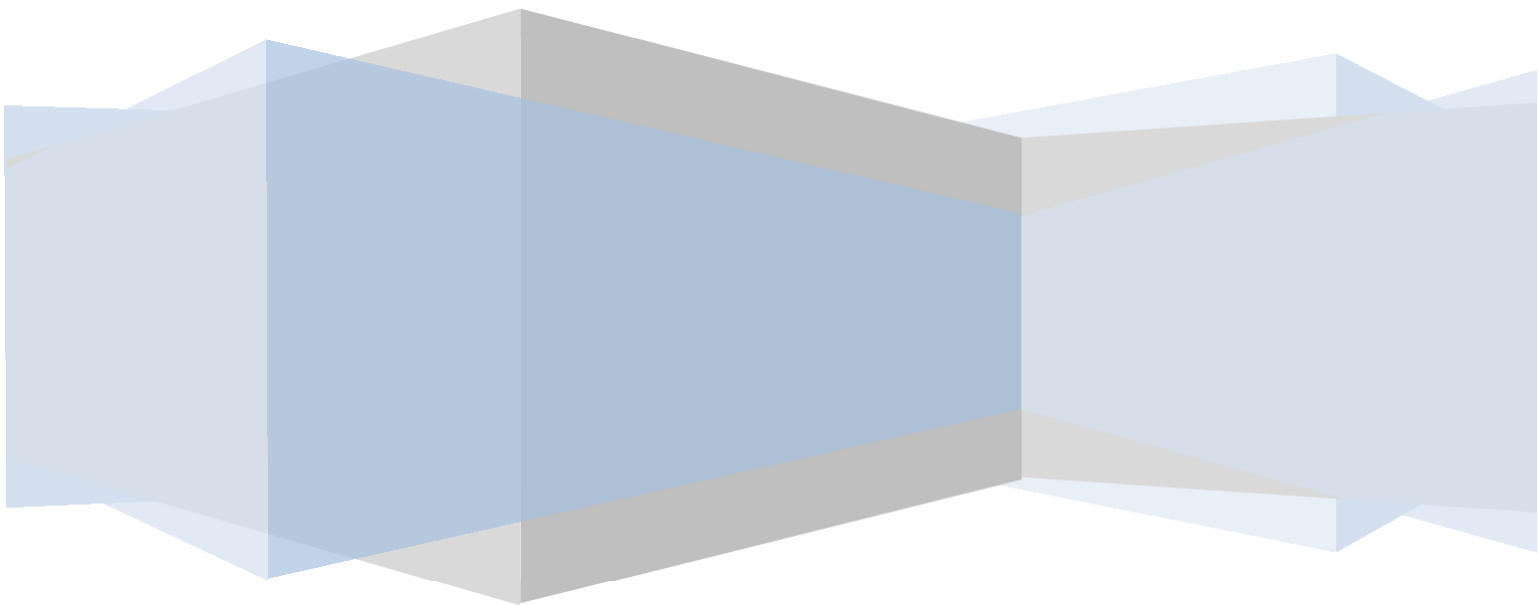
| REGION | PROVINCIA | EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha) | INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha) | SUPERFICIE (ha) | EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq) | INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq) |
|------------|------------------|---------------------------------|--|-----------------|-------------------------------|---|
| MAGALLANES | MAGALLANES | 698,28 | 11,30 | 444.600,23 | 310.455.856,15 | 5.025.788,22 |
| MAGALLANES | TIERRA DEL FUEGO | 576,74 | 9,90 | 326.774,60 | 188.464.943,27 | 3.236.257,11 |
| MAGALLANES | ULTIMA ESPERANZA | 376,40 | 9,57 | 302.914,90 | 114.016.230,50 | 2.899.838,52 |

Área Monitoreo de Ecosistemas Forestales

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

CAPITULO V

INSTITUTO FORESTAL



INTRODUCCIÓN

El inventario continuo del instituto forestal realiza el seguimiento del estado y condición de los ecosistemas forestales del país desde una perspectiva integrada entre variables biofísicas propias del desarrollo natural de los bosques, las variables que aseguran su integridad en el sentido de no lesionar su potencial de desarrollo futuro, es decir variables de biodiversidad y, por último, el mismo inventario se complementa con una encuesta socioeconómica de aquellos que se relacionan en la ruralidad con los bosques y en algunos casos ejercen fuerzas de presión sobre los bosques.

Este capítulo provee una visión exploratoria respecto de los 'drivers' que direccionan las tendencias de la producción de material de bosque nativo de parte de los habitantes del entorno del mismo, de forma de identificar en la medida de lo posible y de los datos disponibles posibles causas de degradación por excesos extractivos o practicas no sustentables.

Como datos de sustento de este capítulo se recurre a los datos colectados en terreno por medio de encuestas a diversos tipos de propietarios y se aplica como elemento de análisis la modelación econométrica de la producción de leña con fines de venta toda ella proveniente de bosque nativo.

METODOLOGÍA

Analizar en forma exploratoria las variables socioeconómicas más relevantes con respecto a las fuerzas dominantes que nos permiten de forma explicativa comprender la degradación de los bosques nativos, en la Región de Los Ríos.

El marco teórico respecto de la degradación se sustenta en la incapacidad del mercado de reconocer valor del capital natural en el proceso productivo y terminan por ser considerados como bienes gratuitos. Como la cadena productiva no es cabalmente conocida, la sociedad no es capaz de asignarle valor económico a los bienes naturales, facilitándose de esta forma la degradación.

En el contexto de la demanda de material leñoso para combustible, se ha demostrado que variables como precio, capital disponible, trabajo y tecnología son elementos claves utilizados por la teoría económica para explicar la estructura de demanda de un bien.

Modelando la cantidad de material extraído del bosque nativo para la venta, con el propósito de utilizarlo como leña, hace posible la búsqueda y análisis de la combinación de factores que explican el grado de influencia sobre la demanda de un bien, en este caso leña para venta

Como herramienta analítica se recurre a la implementación de un modelo econométrico simple de regresión múltiple donde la cantidad producida se utiliza como variable endógena. Su expresión general se explica como:

$$Y1 = \sum_i \alpha_i X_i + e1$$

Donde,

Y1 : cantidad de leña producida (m3)

Xi : variables exógenas

α_i : elasticidades

e1 : errores del modelo

BASE DE DATOS

La base de datos que administra lo recolectado desde entrevistas en terreno contiene elementos distintivos, la parte de la identificación general de los entrevistados, su ubicación en el territorio (comuna, distrito censal y sector) y, aquella sección que describe las variables dependientes como la “*tasa de extracción anual*” medida en metros cúbicos sólidos de madera nativa. Esta variable fue dividida en “autoconsumo” y “venta”, dado que ambas expresan procesos distintos dentro del predio, y podrían estar asociadas a variables explicativas diferentes. El resto de la base de datos se refiere a la caracterización del propietario desde el punto de vista de sus activos como el capital natural (superficie predial por tipo de uso del suelo, y por persona), capital financiero (ingresos intra y extra prediales), capital humano (características demográficas del núcleo familiar, educación y origen cultural), capital físico (infraestructura, equipos y caminos), y capital social (participación y redes).

En las entrevistas se identificaron 3 productos distintos: madera en trozo (pulgadas), leña (metros cúbicos estéreo) y carbón (sacos), los cuales fueron transformados a metros cúbicos sólidos.

Respecto del origen cultural de los entrevistados se evaluó tomando como referencia aspectos como: principales celebraciones durante el año, principales comidas, y origen cultural de los padres y abuelos. Es así como se definieron cuatro categorías: a) mapuche, b) chileno, c) descendiente de inmigrante, y d) extranjero. Varios entrevistados fueron asociados a mezclas de estas categorías.

El cuadro 1 a continuación detalla cada variable y su explicación respectiva.

Cuadro 1. Variables independientes

| No | Variable | Medición | Explicación |
|------|---|---|--|
| 1-5 | Superficie predial, superficie de bosque nativo, superficie de plantaciones, superficie de praderas y matorrales y superficie de cultivos | Estimación del entrevistado | Cuando las estimaciones del 2012 y 2013 difirieron significativamente, se utilizó Google Earth para precisarlas. |
| 6-10 | Superficie predial y por tipo de uso del suelo, por persona | División entre las superficies estimadas por los entrevistados, y el número de personas que viven dentro del predio. | El número de personas que vive dentro del predio corresponde a la suma de los integrantes del núcleo familiar, y las demás familias que viven y hacen uso del predio. En el caso de predios pertenecientes a familias de altos ingresos, o de empresas, que no viven ni dependen económicamente del predio, estas variables no fueron medidas. |
| 11 | Ingreso total | Suma del ingreso total extrapredial y el ingreso total intrapredial | |
| 12 | Ingreso total extrapredial | Suma de los ingresos por salarios, pensiones, subsidios, ingreso forestal extrapredial, ingreso pecuario extrapredial, ingreso agrícola extrapredial, y otros ingresos extraprediales | |
| 13 | Ingreso por salarios | Estimación del entrevistado | Se consideraron salarios todos aquellos ingresos derivados del trabajo del entrevistado, o algún miembro del grupo familiar, fuera del predio. |
| 14 | Ingresos por pensiones | Estimación del entrevistado | Se consideraron pensiones, montepíos, pensiones de invalidez, y pensiones asistenciales. Las pensiones de invalidez y asistencial se valoraron en \$80.000 mes. |

| | | | |
|-------|---|--|--|
| 15 | Ingresos por subsidios | Estimación del entrevistado | Se consideraron las cargas familiares y las ayudas recibidas por programas sociales. |
| 16-18 | Ingreso forestal extrapredial, ingreso pecuario extrapredial, ingreso agrícola extrapredial y otros ingresos extraprediales | Valoración de la producción declarada por los entrevistados, usando precios de mercado | El ingreso forestal extrapredial corresponde a la venta de productos madereros y no madereros producidos a partir de bosques y plantaciones pertenecientes a otras personas o empresas. El ingreso pecuario extrapredial corresponde a la venta de ganado criado en predios ajenos. Lo mismo ocurre con el ingreso agrícola extrapredial. Otros ingresos extraprediales corresponden a arriendo de propiedades, ayudas de familiares, etc. |
| 19 | Ingreso total intrapredial | Suma del ingreso forestal, el ingreso pecuario, el ingreso agrícola, y otros ingresos generados dentro del predio | |
| 20 | Ingreso forestal intrapredial | Suma del ingreso generado a partir de la venta de productos madereros y no madereros de bosques nativos y plantaciones | |
| 21 | Ingreso pecuario intrapredial | Suma del ingreso generado por venta de ganado (vacunos, equinos, ovinos y caprinos), y lechería. | Se estandarizaron algunos volúmenes de producción y precios. En aquellos sistemas de producción orientados a la crianza, se consideró una venta de terneros equivalente a un 30% del número de vacas y vaquillas disponibles en el predio. El peso promedio utilizado fue de 250 kilos por animal, a un precio de \$1.100 por kilo. En el resto de los sistemas de producción se |

| | | | |
|-------|-------------------------------|---|--|
| | | | consideraron los volúmenes y precios declarados por los entrevistados. |
| 22 | Ingreso agrícola intrapredial | Suma del ingreso generado por venta de papas, trigo, avena, cebada, raps, arándanos, linaza, avellana europea y otros cultivos. | Se estandarizaron los volúmenes de producción y los precios de los distintos cultivos. Para las papas se consideró una cosecha promedio de 300 sacos por hectárea, a un precio de venta de 7 mil pesos por saco. Trigo: 60 quintales/ha, \$17.000 /quintal. Avena: 60 quintales/ha, \$13.000 /quintal. Cebada: 70 quintales/ha, \$7.000/quintal. Raps: 45 quintales/ha, \$25.000/quintal. Arándanos: US\$3,2 por tonelada. Linaza: 30 quintales/ha, \$25.000/quintal. Avellana: US\$3,5 por tonelada. |
| 22b | Otros ingresos intraprediales | Suma de los ingresos generados por actividades turísticas realizadas dentro del predio, arriendo de partes del predio, y otros. | |
| 23 | Autoconsumo (leña y carbón) | Valoración del autoconsumo de leña y carbón, proveniente de bosques nativos y plantaciones, usando precios de mercado. | |
| 24-36 | Ingresos por persona | División entre los ingresos declarados por los entrevistados, y el número de personas que conforman el núcleo familiar. | Se consideró el número de personas que conforman la familia del entrevistado. En el caso de predios pertenecientes a familias de altos ingresos, o de empresas, que no viven ni dependen económicamente del predio, estas variables no fueron |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | | | medidas. |
| 37 | Índice de fuerza de trabajo (incluye salud) | $IFT = A \times B \times C$ Donde, IFT: Índice de fuerza de trabajo A: actividad de la persona. Cuando trabaja tiempo completo dentro del predio, A = 1; cuando trabaja tiempo completo fuera del predio (incluye estudiantes), A = 0.25; cuando trabaja fuera y dentro del predio (incluye jubilados), A = 0.5; y prescolares A = 0. B: edad de la persona. Cuando es menor a 15 años, B = 0; entre 16 y 50 años, B = 1; entre 50 y 69 años, B = 0.50; y mayor a 69 años, B = 0.25. C: salud de la persona. Cuando tiene buena salud, C = 1; regular, C = 0.5; mala salud, C = 0.25; y muy mala, C = 0. | Este indicador refleja la fuerza de trabajo disponible dentro del predio, medida en términos de “personas sanas equivalentes entre 16 y 40 años de edad”. Cuando el índice aumenta la mano de obra disponible dentro del predio también aumenta, y al revés. |
| 38 | Índice de juventud familiar | $IJF = (Ax7+Bx6+Cx5+Dx4+Ex3+Fx2+G)/Hx7$ Donde, IJF: Índice de juventud familiar A: cantidad de miembros del grupo familiar entre 0 y 10 años de edad. B: n° entre 11 y 20 años de edad. C: n° entre 21 y 30 años de edad. D: n° entre 31 y 40 años de edad. E: n° entre 41 y 50 años de edad. F: n° entre 51 y 60 años de edad. G: n° mayores a 70 años de edad. H: total miembros del grupo familiar. | Este indicador refleja cuán joven es la familia. Es decir, el indicador aumenta con la juventud de los miembros del núcleo familiar. Una familia compuesta únicamente por un miembro mayor a 70 años tiene IJF de 0.14. En cambio una familia compuesta únicamente por un miembro menor a 10 años (caso hipotético) tendría un valor igual a 1. |
| 39 | Nivel educacional del jefe de hogar | Esta variable fluctúa entre 1 y 7, donde; 1 = sin escolaridad 2 = básica incompleta 3 = básica completa 4 = media incompleta 5 = media completa 6 = educación técnica 7 = educación profesional | |
| 40 | Índice de equilibrio entre géneros | $IEG = T/(ABS(H-M)+T)$ Donde, IEG: Índice de equilibrio entre géneros H: cantidad de hombres en la familia M: cantidad de mujeres en la familia T: total de miembros grupo familiar ABS: valor absoluto | Este indicador refleja el equilibrio entre géneros al interior del grupo familiar. En aquellas familias que están compuestas por igual número de hombres y mujeres, el indicador asumirá un valor igual a 1. En cambio, en aquellas que están compuestas sólo por |

| | | | |
|-----|--|---|---|
| | | | hombres o mujeres, el indicador será igual a 0,5. |
| 43 | Promedio del nivel educacional femenino | $PNE_f = ((\sum_{i=1}^n E_i)/n)/7$ <p>Donde, E_i: nivel educacional alcanzado por el miembro femenino "i" de la familia n: cantidad de mujeres en la familia Los valores correspondientes a los niveles educacionales son: 1 = sin escolaridad 2 = básica incompleta 3 = básica completa 4 = media incompleta 5 = media completa 6 = educación técnica 7 = educación profesional</p> | Este indicador refleja el nivel educacional de las mujeres que conforman la familia. Cuando todas las mujeres en una familia son profesionales, el indicador alcanza el valor 1. El valor disminuye en la medida que el nivel educacional se reduce. |
| 44 | Promedio del nivel educacional masculino | Esta variable se mide de la misma forma en el caso de los hombres | |
| 45 | Tamaño familiar | Número total de miembros del grupo familiar | |
| 45b | Personas por predio | Número total de personas que viven dentro del predio | En el caso de predios pertenecientes a familias de altos ingresos, o de empresas, que no viven ni dependen económicamente del predio, esta variable no fue medida. |
| 46 | Tiempo de residencia de la familia en la comunidad | $TR = (2013 - A)$ <p>Donde, TR: tiempo de residencia en el predio A: año en que la familia llegó al lugar de residencia (llegada de los bisabuelos, abuelos, padres, o del entrevistado).</p> | En el caso de indígenas, quienes han permanecido en el mismo sector por siglos y no tienen referencia de un año en particular, se definió su llegada en el año 1800 (el valor sugerido es arbitrario, no tiene mayor justificación que expandir la residencia de la familia más allá de los valores observados para el resto de los entrevistados). |
| 47 | Conocimiento/comprensión de la dinámica de uso del suelo | Esta variable puede tomar tres valores: 0 = no tiene conocimientos 1 = si tiene conocimientos 9 = no responde | En general, la gente se da cuenta que hay áreas del predio que antes tenían bosque y ahora son praderas, y al revés. Es decir asocian uso del suelo con las actividades productivas que |

| | | | |
|----|--|--|--|
| | | | realizan. No conocen el concepto ‘uso del suelo’ propiamente tal, es necesario explicárselos para obtener una respuesta. |
| 48 | Valoración de los cambios en el uso del suelo | Esta variable puede tomar cuatro valores: 0 = los valores negativamente 1 = los valora positivamente 2 = los valora positiva y negativamente 9 = no responde | En general, quienes valoran positivamente los cambios en el uso del suelo, son aquellos que han logrado habilitar tierras para la agricultura y la ganadería. Es decir, tienen el predio más “limpio”. |
| 49 | Conocimiento/comprensión de la dinámica de sucesión y etapas de desarrollo. | Esta variable puede tomar tres valores: 0 = no tiene conocimientos 1 = si tiene conocimientos 9 = no responde | En general, los entrevistados tienen conciencia del crecimiento de los árboles, por tanto identifican bosques jóvenes y viejos. |
| 50 | Conocimiento/comprensión del concepto de presión sobre el recurso (capacidad de carga animal, sobreexplotación forestal, compactación del suelo) | Esta variable puede tomar tres valores: 0 = no tiene conocimientos 1 = si tiene conocimientos 9 = no responde | En general, la gente no comprende el concepto “presión sobre los recursos naturales”. |
| 51 | Conocimiento/comprensión del concepto de sobreexplotación | Esta variable no fue medida | |
| 52 | Conciencia de la sobreexplotación de los recursos naturales en el predio | Esta variable puede tomar tres valores: 0 = no tiene conciencia 1 = si tiene conciencia 9 = no responde | En general, cuando se le consulta a la gente sobre algún recurso natural que se haya sobreexplotado en sus predios, mayoritariamente indican que el bosque, aunque algunos también mencionan suelos, praderas e incluso aguas. |
| 53 | Conocimiento de los tipos forestales | Esta variable puede tomar tres valores: 0 = no tiene conocimientos 1 = si tiene conocimientos 9 = no responde | En general, la gente no conoce el concepto “tipos forestales”, propiamente tal. Sin embargo, se dan cuenta que hay distintos tipos de bosques en función de las especies que |

| | | | |
|-----|---|---|--|
| | | | los conforman |
| 53b | Origen cultural propietario-usufructuario | Esta variable puede tomar seis valores: 1 = mapuche 1.5 = mapuche-chileno 2 = chileno 2.5 = chileno-descendiente de inmigrantes 3 = descendiente de inmigrantes 4 = extranjeros | |
| 54 | Infraestructura predial | Esta variable fluctúa entre 1 y 5, donde; 1 = muy malo 2 = malo 3 = regular 4 = bueno 5 = muy bueno | Esta variable es calificada "muy buena" cuando se observan más de tres galpones en buen estado dentro del predio, "buena" cuando se observan dos o tres galpones en buen estado, "más o menos" cuando se observa hasta un galpón en buen estado, "mala" cuando no hay galpones en buen estado, pero si los hay en mal estado, y "muy mala" cuando no se observan galpones. |
| 55 | Equipos disponibles | Esta variable fluctúa entre 1 y 5, donde; 1 = muy malo 2 = malo 3 = regular 4 = bueno 5 = muy bueno | Esta variable es calificada como "muy buena" cuando la familia posee tractores, "buena" cuando tienen camiones, "regular" cuando tienen vehículos (camionetas, autos, etc.), "mala" cuando sólo poseen máquinas pequeñas (motosierras), y "muy mala" cuando no poseen maquinas. |
| 56 | Caminos fuera del predio (acceso) | Esta variable fluctúa entre 1 y 5, donde; 1 = muy malo 2 = malo 3 = regular 4 = bueno 5 = muy bueno | Esta variable es calificada como "muy buena" cuando es posible llegar al predio en grandes camiones (con acoplado), "buena" en camiones chicos, "regular" en camioneta (sin tracción), "mala" en |

| | | | |
|----|-------------------------|---|--|
| | | | jeep y “muy mala” caminando o a caballo. |
| 57 | Índice de participación | Esta variable puede tomar seis valores: 0 = no participa ni ha sido dirigente 1 = no participa pero fue dirigente 2 = participa ocasionalmente en reuniones 3 = participa permanentemente en reuniones 4 = participa en reuniones y otras actividades 5 = es dirigente de la organización | |
| 58 | Índice de redes | Esta variable puede tomar cuatro valores: 0 = no mantiene vínculos con organismos públicos, organismos privados, ni se ha asociado con vecinos 1 = al menos 1 de las anteriores 2 = al menos 2 de las anteriores 3 = todas las anteriores | |

MODELO ECONOMÉTRICO

Con el propósito de explicar los elementos o variables claves que gobiernan la producción de leña desde los bosques nativos de la región de los Ríos, se recurre a la parametrización y análisis del modelo según las variables descritas en cuadro 2.

- PVTBN : Precio venta bosque nativo
- PRDBN : producción de combustible bosque nativo
- LIX : fuerza laboral intrapredial
- SUP : Superficie Bosque nativo predial
- INT : ingresos total
- INTIXF : ingresos intraprediales forestales
- CONSIX : consumo leña

Cuadro 2. Variables seleccionadas para modelo.

| Variable | Medición | Explicación |
|---|---|--|
| Superficie predial, superficie de bosque nativo, superficie de plantaciones, superficie de praderas y matorrales y superficie de cultivos | Estimación del entrevistado | Cuando las estimaciones del 2012 y 2013 difirieron significativamente, se utilizó Google Earth para precisarlas. |
| Ingreso total INT | Suma del ingreso total extrapredial y el ingreso total intrapredial | |
| Índice de fuerza de trabajo (incluye salud) LIX | $IFT = A \times B \times C$ Donde, IFT: Índice de fuerza de trabajo A: actividad de la persona. Cuando trabaja tiempo completo dentro del predio, $A = 1$; cuando trabaja tiempo completo fuera del predio (incluye estudiantes), $A = 0.25$; cuando trabaja fuera y dentro del predio (incluye jubilados), $A = 0.5$; y prescolares $A = 0$. B: edad de la persona. Cuando es menor a 15 años, $B = 0$; entre 16 y 50 años, $B = 1$; entre 50 y 69 años, $B = 0.50$; y mayor a 69 años, $B = 0.25$. C: salud de la persona. Cuando tiene buena salud, $C = 1$; regular, $C = 0.5$; mala salud, $C = 0.25$; y muy mala, $C = 0$. | Este indicador refleja la fuerza de trabajo disponible dentro del predio, medida en términos de “personas sanas equivalentes entre 16 y 40 años de edad”. Cuando el índice aumenta la mano de obra disponible dentro del predio también aumenta, y al revés. |
| Ingreso forestal intrapredial INTIXF | Suma del ingreso generado a partir de la venta de productos madereros y no madereros de bosques nativos y plantaciones | |
| Autoconsumo (leña y carbón) CONSIX | Valoración del autoconsumo de leña y carbón, proveniente de bosques nativos y plantaciones, usando precios de mercado. | |
| Precio venta bosque nativo PVTBN | Precio de transacción en predio | |
| producción de combustible bosque nativo PRDBN | Cantidad de material leñoso producido para combustible. | |

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A partir de los resultados descritos en cuadro 3b el modelo nos permite elaborar algunas conclusiones respecto de la sensibilidad de los propietarios de bosques nativos en lo que dice relación con su decisión de producir materia prima, principalmente leña.

PRODRUCCION BOSQUE NATIVO : El modelo determina que un cambio en una unidad de producción tiene un impacto positivo en la producción para la venta de un 100%. Esta variable se muestra estadísticamente significativa a un 95%

SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO : un incremento de una hectárea de bosque en condiciones de corta tiene un impacto en la producción para la venta de un 2%. Esta variable no es estadísticamente significativa a un 95%.

AUTOCONSUMO : Un incremento del autoconsumo de una unidad de m³ implica una reducción de la oferta de bosque nativo para la venta de un 25%. Esta variable se muestra estadísticamente significativa a un 95%

INGRESO FORESTAL INTRAPREDIAL : Cambios en el ingreso intrapredial afectan positivamente la producción de bosque nativo para la venta en un 14%. Esta variable se muestra estadísticamente significativa a un 95%

FUERZA DE TRABAJO : El contar con mayor oferta de mano de obra promueve un aumento de la producción bosque nativo para la venta en un 21%. Esta variable se muestra estadísticamente significativa a un 95%.

Al observar el valor de significancia del intercepto podemos inferir que no obstante las otras variables permanezcan nulas, siempre existirá de parte de los propietarios una tendencia a producir material para la venta.

CONCLUSIONES

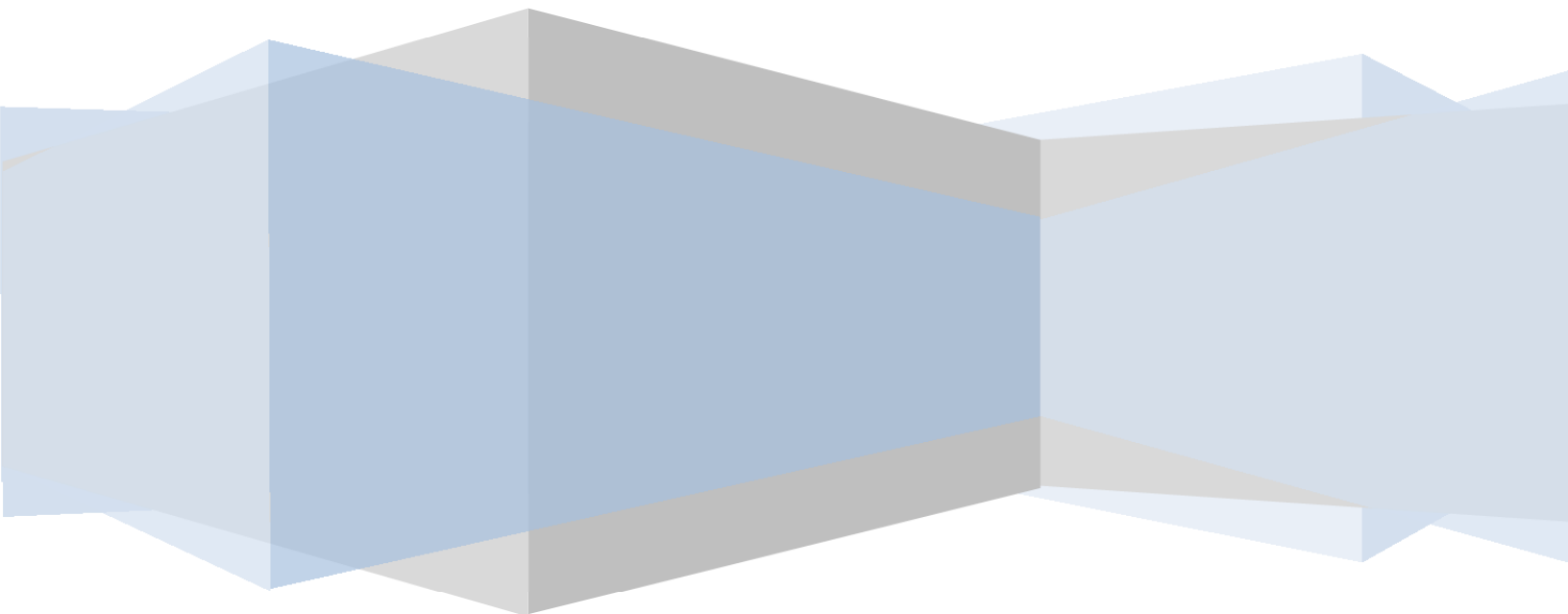
- El modelo econométrico ha demostrado ser de utilidad para comprender en mejor forma con fundamento estadístico el comportamiento del propietario de bosques.
- El aplicar la teoría económica al tema de las causales que gobiernan las decisiones de corta de bosque nativo por parte de los propietarios.
- De la modelación resalta el hecho que independiente de las condiciones del mercado el bosque será objeto de intervención, se atribuye esto a un origen cultural.
- De la modelación destaca el hecho que el bosque es un factor económico de interés del propietario constituyendo una fuente de ingresos relevante.
- El punto anterior nos lleva a tomar en cuenta estos elementos desde el punto de vista de la extensión.
- Otro elemento de importancia del análisis se refiere al capital de trabajo, el que resulta crítico cuando se cruza con la estructura de edad, se visualiza aquí la necesidad de más mecanización y tecnología apropiada.

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

INFORME DE BIODIVERSIDAD

CAPITULO VI

INSTITUTO FORESTAL



Introducción

Desde su instauración, el Inventario Nacional Continuo de Ecosistemas Forestales ha realizado levantamiento de datos de biodiversidad. Este considera el registro de datos de distintos grupos, sin embargo hasta ahora el trabajo se había enfocado primordialmente en los vegetales.

Al tratarse de un inventario de tipo ecosistémico que visualiza y aborda los bosques desde una perspectiva integral, es que dentro de sus actividades está el mejoramiento y complemento continuo de datos e información recopilada en función de las demandas de la sociedad, e incorporando progresos científicos y tecnológicos en las materias que le incumben. 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 o la identificación de especies indicadoras o especies clave en los ecosistemas forestales.

Con miras a expandir este tipo de muestreo a nivel nacional, se ha continuado este periodo 2015, con una experiencia piloto de muestreo de biodiversidad en la Región de Los Ríos, la cual fue iniciada en 2014 y que considera en primera instancia el levantamiento de datos avifauna, reptiles y anfibios.

Antecedentes técnico-metodológicos

A objeto de enfrentar el reto de medir biodiversidad asociada al bosque nativo de otros reinos más allá del reino Plantae, se consideró necesario recurrir a una visión holística del bosque como ecosistema, para ello se tomó el marco de trajo del ciclo infinito de Holling (1973) como la perspectiva adecuada de clasificación de los bosques. La figura 1 a continuación describe el ciclo de estados propuesto por Holling desde una perspectiva del proceso flujo de materia-energía que ocurren los bosques. Esto es, al contrario de una perspectiva basada en poblaciones-comunidades, la perspectiva flujo de materia-energía representa los procesos que se dan entre los aspectos bióticos y abióticos y que resultan en formaciones características. De acuerdo a algunos autores, el determinar si se elige una u otra perspectiva, depende de cuáles

son las preguntas que se han planteado. En el contexto del inventario continuo se considera necesario el comprender los procesos y funciones de los bosques de forma de identificar qué o cuales variables se deben medir.

Dado lo anterior, la utilización del ciclo de Holling permite mejorar la eficiencia de recolección de datos desde terreno tomando en cuenta la figura 1.

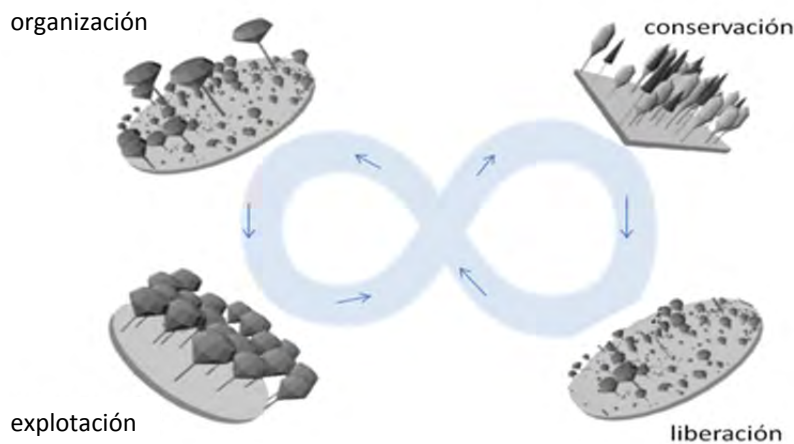


Figura 1. estadios característicos del ciclo de Holling.

En este ciclo el flujo de materia-energía produce condiciones ambientales tales que, dependiendo de cuan capturada o libre se encuentre la energía asociada al sitio, el bosque puede reconocerse en alguno de los 4 estadios descritos por Holling, i.e.,

- **Conservación.** Caracterizada por baja capacidad de realizar trabajo dado que toda la energía de este sitio se encuentra capturada en biomasa.
- **Liberación.** Caracterizado por la presencia de algún evento perturbador que libera la energía capturada desencadenando un proceso de regeneración de especies oportunistas
- **Explotación.** Caracterizado por un proceso competitivo desatado en forma de utilizar toda la energía habilitado producto de la liberación
- **Organización.** Proceso de consolidación de cierto ensamble de especies dentro del sitio

INFOR a través del Inventario continuo de ecosistemas forestales cuenta con alrededor de 1200 conglomerados de muestra distribuidos en todo el país. Estas muestras se localizan en forma sistemática en una grilla de 5 km x 7 km organizadas en la forma triangular según consta en la figura 2 a continuación.

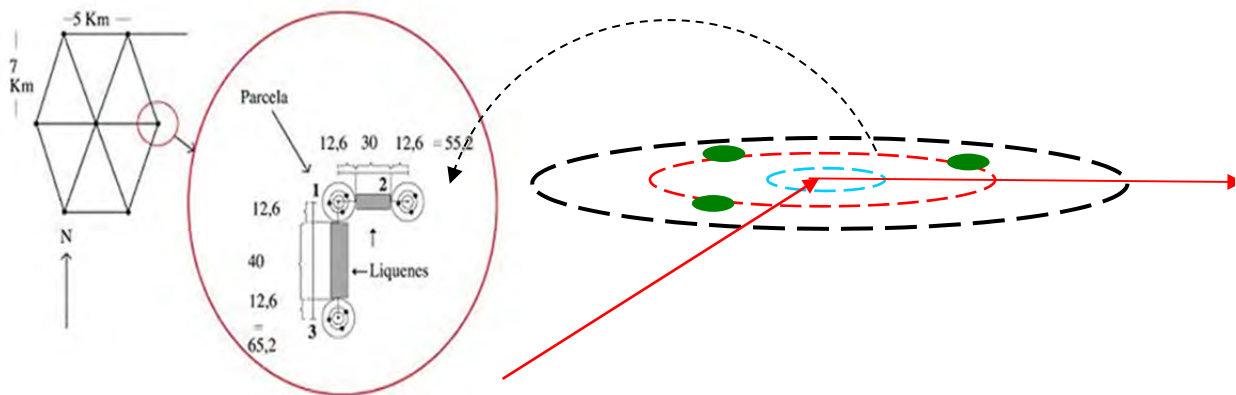


Figura 2. Disposición de unidades de muestra del inventario continuo.

Cada conglomerado de muestra es clasificada 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.

En esta etapa piloto, se realiza esta aproximación en un área específica hexagonal de acuerdo a un diseño tal que asegure estimaciones insesgadas en la medida de lo posible.

Definición de las unidades de biodiversidad

En Estados Unidos, el uso de cuadrículas hexagonales se popularizó tras el empleo de éstas por la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) en su programa de monitoreo y evaluación ambiental (Spence y 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 sencillas de generar, además de ser apropiada para cubrir grandes extensiones geográficas, incluso a escala continental, sin verse afectada por distorsiones geométricas de significación (Turner et al. 2012). Asimismo, gracias a su estructura jerárquica, este tipo de segmentación hace posible el cambio de la densidad de la malla donde los hexágonos siempre presentan igual área y perímetro para cada unidad de muestreo, lo que redundaría en unidades estadísticamente similares (Polasky et al., 2000) que facilitan el análisis (Basset y Edwards, 2003. Haila y Margules, 1996) y evitan sesgos

asociados a estas variables. Por su naturaleza, también es menos probable su coincidencia con límites administrativos, caminos y otros elementos creados por el hombre, siendo aptos para definir variabilidad natural, especialmente cuando se trata de conjuntos de datos espacialmente heterogéneos (White et al. 1992). Además, de las superficies regulares con las que se puede dividir un plano, los hexágonos corresponden a la forma más compacta con adyacencia uniforme; es decir cada hexágono tiene un vecino con el cual comparte un lado y cuyo centro es equidistante de los centros de sus vecinos (Sahr et al, 2003, Jurasinski, 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 kilómetros del Inventario Nacional Continuo de Ecosistemas Forestales. De esta manera se generó una grilla de 444 unidades con una dimensión de 262.500 hectáreas cada una. La figura 3 describe una visión general de cómo se distribuyen espacialmente las unidades hexagonales para el muestreo de biodiversidad.

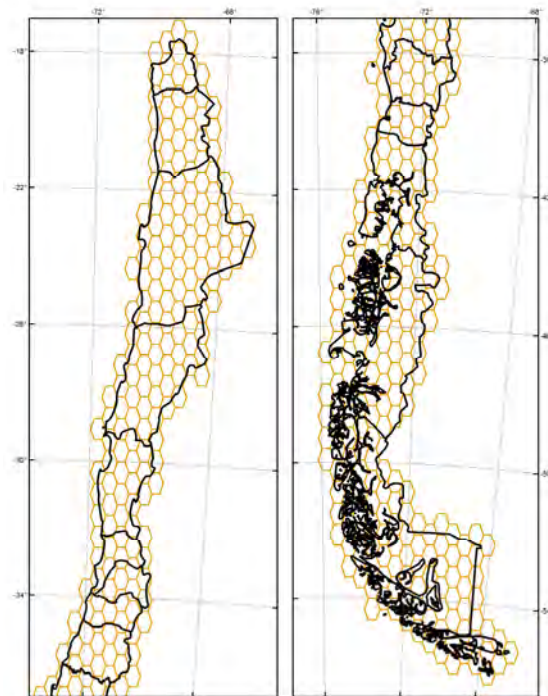


Figura 3. Malla hexagonal de unidades muestrales de biodiversidad

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.

La figura 4, por su parte detalla cómo se insertan los conglomerados del inventario continuo dentro del muestreo de BD (hexágonos) y que corresponde al análisis 2015 para anfibios y avifauna.

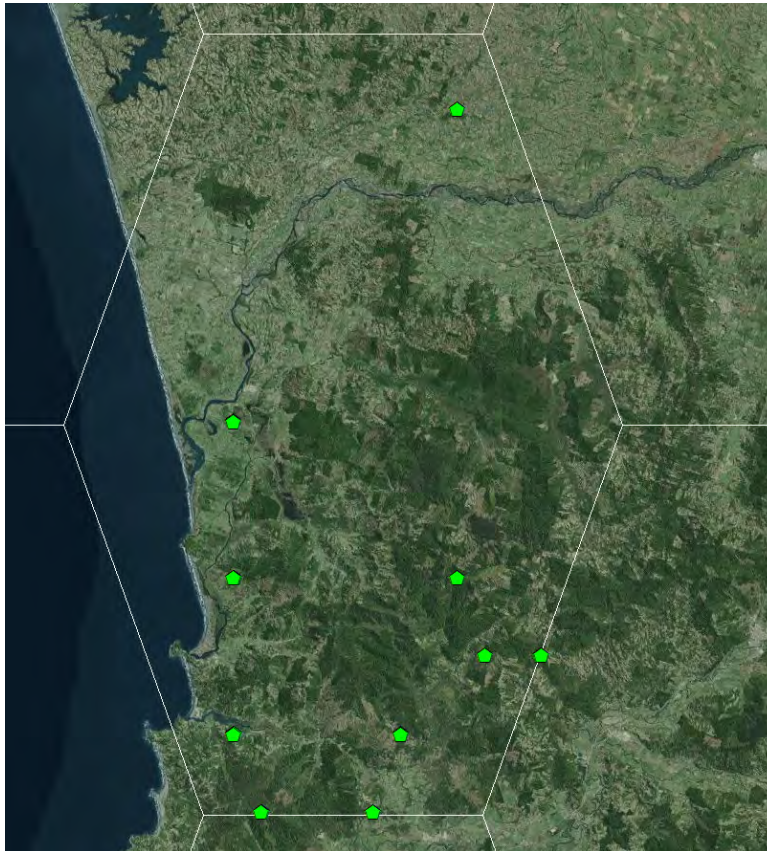


Figura 4. Visión general de ambos niveles de muestreo del muestreo 2015 ubicados en el hexágono ubicado al norte de la Región de los Ríos.

En figura 4, los puntos verdes denotan los conglomerados del inventario nacional continuo en 5 km x 7 km, y los polígonos blancos corresponden a la unidad de biodiversidad (en adelante unidad de fase 2).

En cada unidad de fase 2, se recurre a los conglomerados clasificándolos en alguno de los 4 estadios del ciclo de Holling. La figura 4.1 muestra a modo de ejemplo la asignación de clase por subparcela.

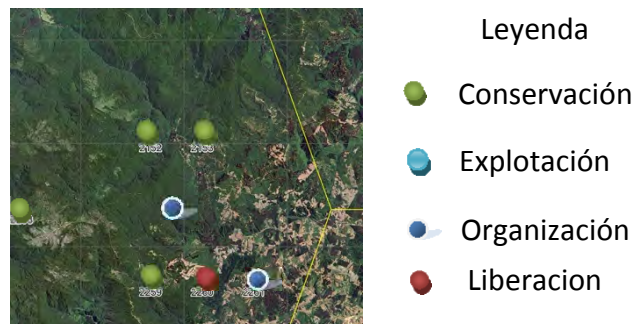


Figura 4.1 Asignación de clase de Holling (solo se muestra subparcela 1.)

Heurística de clasificación

Para clasificar una muestra se recurre a los criterios de análisis propuestos por Nilsson et al (1999) en el entendido que cada estadio presenta su propia característica en estructura, composición y función, cuya combinatoria es determinada por el flujo materia-energía influenciando sus atributos y caracterizándolo como una clase distintiva.

Estructura

Cada parcela del conglomerado se trató como unidad separada, su estructura se analizó por medio de su distribución de tamaños (diámetros) y su posición dentro de la carta de stock cuando esta se encuentre disponible. Adicionalmente, considera los árboles muertos dentro de las parcelas.

Composición

La riqueza en composición de especies se toma como otro elemento decisivo dentro de los criterios de clasificación en los 4 estadios a utilizar. No obstante, se debe ponderar esta abundancia (p.ej.) con el estadio en que la muestra se encuentra.

Función

Este criterio se refiere al rol que juega en la mantención de la integridad del ecosistema cada grupo de especies o especie en específico. Dependiendo del estadio ciertas especies aparecerán con más frecuencia o no, En esta perspectiva se debe considerar la estrategia de repoblación que emplea cada especie en cada estadio, ya sea *estrategia-r* es decir, gran número de plántulas o individuos y comportamiento invasivo o, *estrategia-K* poco número de plántulas o individuos y largo periodo de vida.

El cuadro a continuación representa el conjunto de reglas de decisión en la asignación de una clase entre las 4 disponibles basados en patrones (Figura 5) que caracterizan cada estadio.

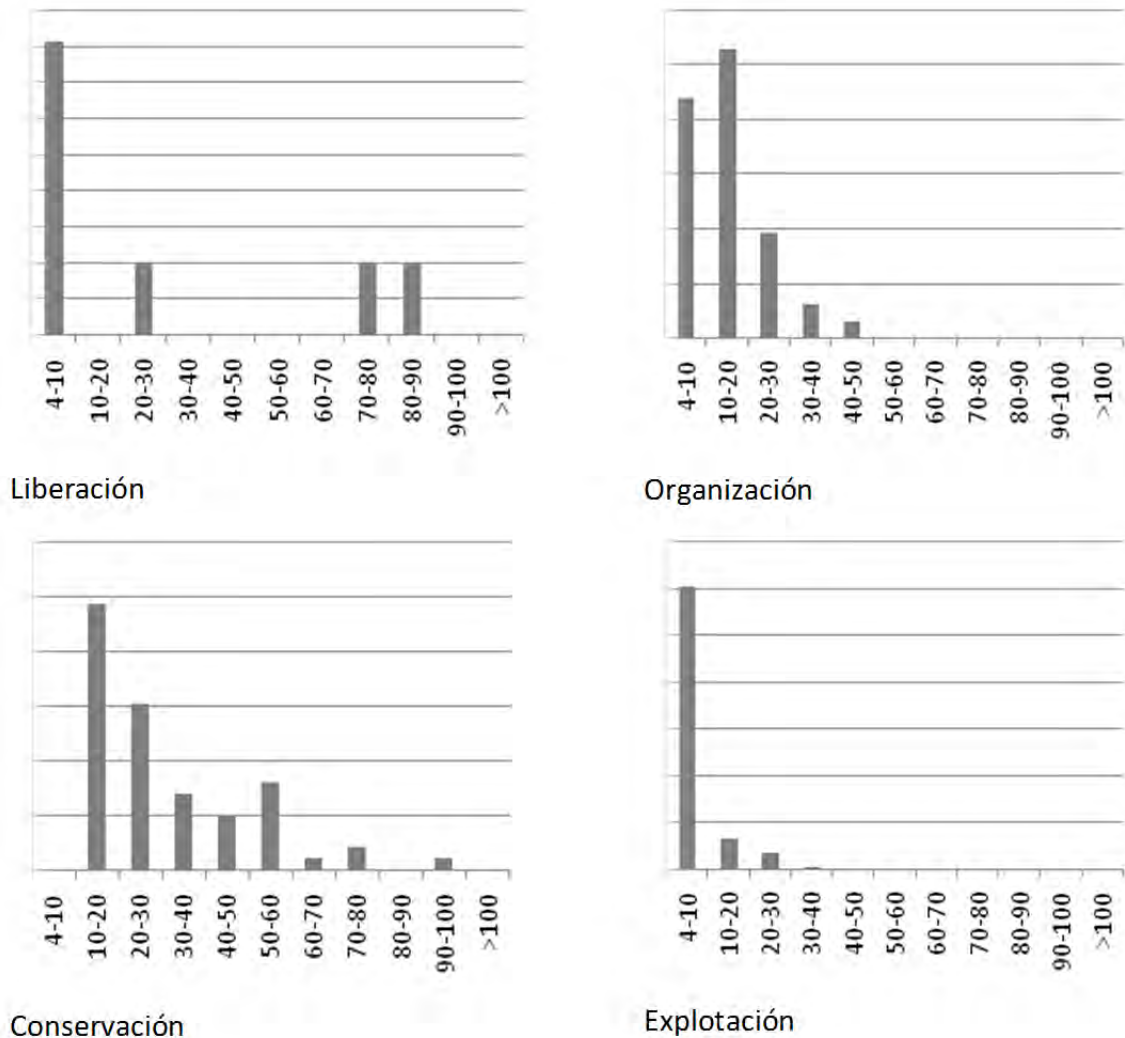


Figura 5. Patrones de estructura para cada estadio de ciclo.

Cuadro 1. Relación índice de diversidad y estructura

| | J invertida | Beta | Exponencial negativa | Multimodal |
|------------------|--------------|--------------|----------------------|------------|
| Diversidad baja | | | | Liberación |
| Diversidad pobre | | | Explotación | |
| Diversidad media | | Organización | | |
| Diversidad alta | Conservación | | | |

La composición de especies representada por el índice de diversidad de Shannon ($shnn = \sum P_i \ln P_i$) se correlaciona fuertemente con los estadios del ciclo de Holling según consta en figura 6.

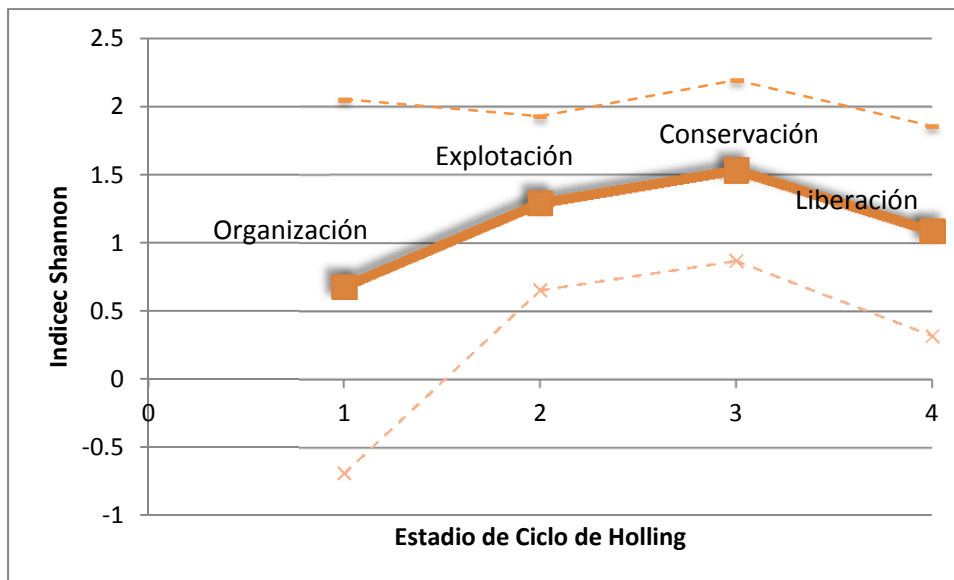


Figura 6. Relación índice de diversidad y estadios de Holling

Considerando estas relaciones, en especial la estructura, la clasificación en estadios de Holling se aproxima por contraste de la distribución de tamaños (DAP) con los patrones descritos en figura 5, para ello se recurre al test estadístico de Chi-cuadrado.

Caracterización de hábitats por clases

Una vez clasificadas las muestras de vegetación arbórea en cada una de ellas se aplicó a modo de prueba el protocolo de medición definido por cada reino no *Plantae* con énfasis en Mesomamíferos, Aves, Artrópodos/reptiles.

A objeto de muestreo en terreno se recurrió al uso de tecnología de captura de video, fotografía y sonido por instalación de equipos en terreno, describas in extenso en el Reporte del Inventario Forestal Continuo de INFOR 2014.

Resultados

Los resultados generados por este piloto comprenden los siguientes reportes:

Informe Anfibios Y Reptiles: Preparado por Lic. Benjamín Guzmán Riffo y Dr. José J. Núñez. *Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas. Universidad Austral de Chile.*

Informe de avifauna: Preparado por Dr. Mauricio Soto. *Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas. Universidad Austral de Chile.*

INFORME ANFIBIOS Y REPTILES

Resumen

Se realizó un análisis de diversidad de anfibios en tres parcelas establecidas en diferentes bosques costeros de la Cordillera de la Costa Mahuidanche, diferenciándose en su composición y estructura. En cada parcela se establecieron cuatro transectos de aproximadamente 12 a 15 metros desde el punto central hacia cada punto cardinal. Se estimaron abundancia relativa e índices de diversidad (Shannon-Weaver y Simpson) por especie en el total de las muestras y por parcelas, además se estimó el número efectivo de especies presentes en una muestra propuesta por Hill (1973) por parcela. La parcela uno correspondió a la más intervenida con pérdida de flora nativa, la parcela dos la menos intervenida y la tres medianamente intervenida. Se observó que la parcela dos y tres eran significativamente más diversas que la parcela uno (H' : 1,04; 0,64 y 0; D' : 0,38; 0,53 y 0 respectivamente), y que estas parcelas además, presentan similar equitatividad con respecto de la parcela uno. Se concluye que la estructura y composición del bosque es un factor importante en la diversidad biológica que alberga, por lo que se deben tener en consideración en planes de manejo forestal, estableciendo sitios de conservación.

Introducción

La cordillera de la Costa en Chile, es un cordón montañoso que contiene bosques templados costeros. En la Ecorregión Valdiviana recibe el nombre de Cordillera de Mahuidanche encontrándose al sur de las localidades de Queule y Mehuín. Geográficamente, interrumpe abruptamente el desarrollo de los llanos litorales típicos del sur de la región de la Araucanía y presenta elevaciones por sobre los 600 msnm, destacando el cerro Oncol con 715 metros de altitud¹(Smith et al. 2006).

Los bosques templados costeros presentes en la Cordillera de Mahuidanchi, actúan como una barrera frente a los vientos que llegan del mar, manteniendo temperaturas estables y una humedad ambiental permanente². Por esta razón, este ecosistema es catalogado como un refugio histórico para numerosas especies de flora y fauna, desplazadas por el frío y el hielo, desde la Depresión Intermedia y la Cordillera de Los Andes (Nuñez et al. 2011). Actualmente cobija un alto número de especies endémicas (Smith-Ramírez 2004, Méndez et al. 2005) proporcionando refugio, y las condiciones microclimáticas adecuadas para la permanencia de especies de anuros endémicos.

Los anfibios son animales altamente sensibles a los cambios climáticos, pérdida de hábitat, el aumento de la radiación ultravioleta y algunas enfermedades como la quitridiomycosis (una enfermedad de la piel de los anfibios provocada por un hongo), por lo que enfrentan graves amenazas para su supervivencia². Por esto, es de vital importancia estimar las abundancias y diversidad de especies que albergan estos bosques templados costeros, debido a que la degradación y pérdida de estos ecosistemas van en aumento con su consecuente pérdida de biodiversidad (Armesto et al. 1992, 1998).

El presente informe tiene como objetivo informar acerca de la abundancia y diversidad de especies de anfibios presentes en tres puntos específicos (diferentes estructuras de bosque) en la cordillera de la Costa valdiviana (Mahuidanche).

¹http://www.icml.uach.cl/Material_interes/Ranas%20de%20la%20Cordillera%20de%20la%20Costa%20Valdiviana.pdf

² http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/nahuelbuta2011_1.pdf

Metodología

Metodología de terreno

Se utilizó la técnica de Relevamiento por Encuentros Visuales (“Visual Encounter Survey” o VES), dado que ofrece muchas posibilidades de uso (Heyer et al 2001). Esta técnica de muestreo se ha utilizado ampliamente para la evaluación rápida de anfibios en grandes áreas, especialmente en hábitats uniformes donde la visibilidad es buena y también es útil para reptiles que habitan en el suelo y que son activos en áreas abiertas. También se la ha utilizado de manera efectiva para especies de anfibios que viven en hábitats fácilmente identificables, tales como troncos o zonas riparias, pendientes en talud, etc. También es apropiada para especies que están altamente agrupadas y para monitorear larvas de anfibios en charcas poco profundas, con aguas claras y vegetación dispersa (Heyer et al., 2001). En este método, una persona camina a través de un área o hábitat por un período de tiempo predeterminado buscando animales de manera exhaustiva (Figura 1). El tiempo se expresa como el número de horas/hombre de búsqueda en cada una de las áreas a comparar. El VES es una técnica apropiada, tanto para estudios de inventario como para monitoreo.

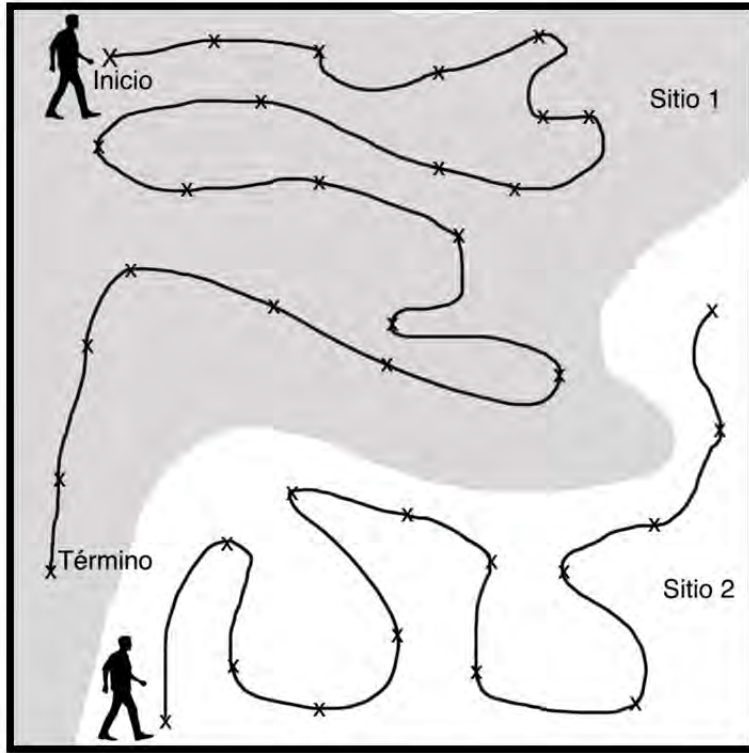


Figura 1. Esquema del método de búsqueda aleatoria para recolección de, mediante transectos al azar en un área determinada (modificado de Heyer et al. 2001).

Sitios de muestreo

Se establecieron tres parcelas en bosques templados de la cordillera de la costa con distintas características, con un punto central georreferenciado para cada una (Tabla 1). La parcela uno se estableció en un bosque degradado, el cual ha perdido parte de su estructura y composición por actividades antrópicas, la parcela dos corresponde a un bosque primario con poca intervención, mientras que la parcela tres es un bosque de renovel, rodeado de plantaciones exóticas de eucalipto. Para cada parcela, se establecieron 4 transectos de 12 metros desde cada punto central hacia cada punto cardinal. En cada transecto se realizaron búsquedas de individuos de anfibios de acuerdo a los posibles hábitats observados (entre hojarasca en el suelo del bosque, bajo troncos y entre corteza de árboles caídos). Se procedió a registrar el punto de cada observación con ayuda de un GPS y se apuntó en la planilla de campo el número y determinación de la(s) especie(s) así como otros datos relevantes en caso

que hubiesen (e.g. anfibios o reptiles muertos, estado de desarrollo, presencia de parásitos). Al finalizar cada transecto se procedió a controlar la hora final para volverla a anotar en la planilla.

Tabla 1. Georreferencias de los puntos centrales de cada parcela

| | Coordenadas (UTM H18) | |
|-----------|-----------------------|---------|
| | X | Y |
| PARCELA 1 | 657275 | 5631176 |
| PARCELA 2 | 659573 | 5624132 |
| PARCELA 2 | 671743 | 5630822 |

Índices de Diversidad

La diversidad específica es un tema central en ecología y da luces acerca de la variedad y abundancia de especies que es contenida en una comunidad biológica. La diversidad Alfa corresponde con la riqueza de especies que hay en una unidad paisajística o en un hábitat determinado, mientras que la diversidad Beta corresponde a la diversidad a lo largo de un gradiente o entre distintos hábitats.

Se estimaron dos índices alfa de diversidad específica el índice H' de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver 1949) con la siguiente formula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

dónde:

- S – número de especies (la riqueza de especies)
- p_i – proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$
- n_i – número de individuos de la especie i
- N – número de todos los individuos de todas las especies

De igual forma se calculó el índice D' de Simpson (1949) utilizando la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

dónde:

- S es el número de especies
- N es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas)
- n es el número de ejemplares por especie

Ambos incorporan en un solo valor, la riqueza específica y a la equitatividad en las comunidades biológicas. Sin embargo difieren en el contexto teórico en el que emergen, Shannon-Weaver se basa en la teoría de la información por la cual se estima una medida de la incertidumbre, para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por otro lado, el índice de Simpson se basa en la teoría de las probabilidades, en la cual se estima la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos muestreos sucesivos al azar sin reposición de los individuos capturados.

Índices de equitatividad

Los índices de diversidad otorgan información acerca de la riqueza y equitatividad de la abundancia de especies biológicas en una comunidad, sin embargo, es posible encontrar el mismo valor de diversidad específica en una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad, así como en una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Por esta razón estimamos el índice de equitatividad (J') de Pielou (1969), empleando $J' = H'/\log 2S$, donde S = es el número máximo de especies en la muestra, ($EShe$) de Sheldon (1969), utilizando $EShe = 2^{H'}/S$, (EHe) de Heip (1974) con $(2^{H'} - a)/(S-1)$ (y (Ehi) de Hill (1973) mediante $\sum (\pi_i)^{1/(1-A)}$ donde $A = 0,1$ o 2 . De esta manera, si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia, el índice usado para medir la equitatividad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Debido a que surgen ciertas dificultades para comparar los índices de diversidad, principalmente porque difieren o no tienen unidades (como es el caso de D' de Simpson), Hill (1973) sugirió transformar matemáticamente los índices de diversidad proponiendo una serie de números de diversidad, estos pueden medir lo que se denomina como el número efectivo de especies presentes en una muestra, y son una medida del grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies. N_0 es el número de total de especies de la muestra, N_1 es el número de las especies abundantes y N_2 es el número de las especies muy abundantes en la muestra (Tabla 5). Es decir, el número efectivo de especies es una medida del número de especies en la muestra donde cada especie es ponderada por su abundancia ($N_0 > N_1 > N_2$).

Resultados

Los valores de abundancia relativa se presentan en la Tabla 2, donde se observa que la más alta abundancia fue de *E. vertebralis*, y *B. taeniata* (Figura 2) como la menos abundante, dado que se encontró un solo espécimen en la parcela 1 (Tabla 3). La parcela 2 presentó la mayor riqueza con respecto de las otras dos muestreadas (Tabla 3), observándose a *E. vertebralis* como la especie más abundante, seguido de *B. taeniata* (Tabla 2).

Tabla 2. Número de individuos por especies y abundancia relativa (AR).

| Especie | N | AR (%) |
|------------------------------|---|--------|
| <i>Batrachyla leptopus</i> | 5 | 31,25 |
| <i>Batrachyla taeniata</i> | 1 | 6,25 |
| <i>Eupsophus roseus</i> | 4 | 25,0 |
| <i>Eupsophus vertebralis</i> | 6 | 37,50 |

Tabla 3. Riqueza y abundancia de especies de anfibios registradas por parcela

| Especie | Parcela 1 | Parcela 2 | Parcela 3 | Total |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|
| <i>Batrachyla leptopus</i> | 0 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Batrachyla taeniata</i> | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Eupsophus roseus</i> | 0 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Eupsophus vertebralis</i> | 0 | 6 | 0 | 6 |
| Total | 1 | 12 | 3 | 16 |

La diversidad alfa obtenida mediante el índice Shannon-Weaver para la fauna de anfibios fue de $H' = 1,251$ (Tabla 4), la equidad proporcionada por el índice de Pielou (J') fue de $J = 0,627$. Del índice de Pielou se puede extraer el dato $H'_{max} = \ln(S) = 1,989$, lo que indica el valor del índice de diversidad de Shannon que se podría haber alcanzado con las especies presentes. La diversidad alfa obtenida mediante el índice de Simpson se señala en la Tabla 4 y fue de $D = 0,691$.

Tabla 4. Índice de diversidad específica de Shannon-Weaver (H')

| Especie | N | Pi (ni/N) | LnPi | PiLnPi |
|------------------------------|----------|------------------|--------------|---------------|
| <i>Batrachyla leptopus</i> | 5 | 0,3125 | -1,16315081 | -0,363484628 |
| <i>Batrachyla taeniata</i> | 1 | 0,625 | -2,77258872 | -0,173286795 |
| <i>Eupsophus roseus</i> | 4 | 0,25 | -1,386294361 | -0,34657359 |
| <i>Eupsophus vertebralis</i> | 6 | 0,375 | -0,980829253 | -0,36781097 |
| | | | | $H' = 1,251$ |

Tabla 5. Índice de diversidad específica de Simpson (D')

| Especie | N | Pi (ni/N) | Pi² |
|------------------------------|----------|------------------|-----------------------|
| <i>Batrachyla leptopus</i> | 5 | 0,3125 | 0,097656 |
| <i>Batrachyla taeniata</i> | 1 | 0,6250 | 0,390625 |
| <i>Eupsophus roseus</i> | 4 | 0,2500 | 0,062500 |
| <i>Eupsophus vertebralis</i> | 6 | 0,3750 | 0,140625 |
| | | | $D' = 0.691$ |



Batrachyla leptopus



Batrachyla taeniata



Eupsophus roseus



Eupsophus vertebralis

Figura 2. Fotografías representativas de especies capturadas

Para comparar entre parcelas analizadas, se estimaron los índices de diversidad y equitatividad para cada una de las parcelas (Tabla 6). La mayor riqueza de especies fue observada para la Parcela 2 con individuos representantes de tres especies, siendo la parcela 1 la que presentó la menor riqueza (ver Tabla 3). Los índices de diversidad por parcela se presentan en la Tabla 6, el índice D' de Shannon-Weaver presenta mayor diversidad para la parcela 2, sin embargo el índice de Simpson presenta un valor mayor para la parcela 3, siendo la parcela 1, la menos abundante y la menos diversa (Tabla 3 y 6). Los índices de equitatividad son similares entre sí tanto como para la parcela dos y tres, para la parcela uno no fue posible estimarla dado que solo se capturó un solo individuo de una sola especie. Se visualiza una equitatividad media en la distribución de las abundancias de las especies encontradas tanto para las parcelas dos y tres (Tabla 6). Los números de diversidad de Hill, muestran un valor mayor para la parcela dos, sin embargo es similar en proporción con la parcela tres, dado que varían en el número de especies total para cada parcela (Tabla 6).

Tabla 6. Índices de diversidad de Shannon-Weaver (H') y Simpson (D'), índice de equitatividad de Pielou (J'), de Sheldon ($EShe$), de Heip (EHe), de Hill (Ehi) y Números de diversidad de Hill por parcela. NE (no estimado)

| | H' | D' | J' | $EShe$ | EHe | Ehi | $N0$ | $N1$ | $N2$ |
|-----------|------|------|-------|--------|-------|--------|------|------|------|
| Parcela 1 | 0 | 0 | NE | NE | NE | NE | 1 | NE | NE |
| Parcela 2 | 1,04 | 0,38 | 0,656 | 0,6853 | 0,528 | 0,9428 | 3 | 2,83 | 2,67 |
| Parcela 3 | 0,64 | 0,53 | 0,636 | 0,7773 | 0,554 | 0,9524 | 2 | 1,89 | 1,87 |

Discusión

Los índices de abundancias y diversidad (H') muestran valores mayores en la parcela dos, estos valores se pueden explicar en función de si la estructura y composición del bosque presenta la parcela dos, dado que es un bosque adulto sin intervención antrópica y con una alta densidad foliar. Estas características proveen de sombra y humedad al suelo del bosque que juntamente con los troncos caídos y hojarasca sueltas, hacen de este ecosistema un lugar propicio para visualizar variados hábitats potenciales, con lo que podría predecir una mayor diversidad y abundancia de especies de anfibios.

Para la parcela tres, se observó una diversidad un poco menor que en la parcela dos, la estructura del bosque en el cual se sitúa esta parcela, es un renoval rodeado de plantaciones exóticas, sin embargo se observan individuos de dos especies de anfibios, los cuales fueron mayormente encontrados bajo troncos y entre la corteza de troncos caídos. Para el caso de la parcela dos, se encontraron individuos bajo y sobre hojarasca del suelo del bosque, bajo troncos y movilizándose libremente por el suelo del bosque, claramente la composición del bosque facilita el microclima adecuado para la persistencia de anfibios. Sin embargo para el caso de la parcela uno no se observa el mismo patrón. Las características de este bosque, en términos de estructura y composición es mucho más pobre por razones de intervención antrópica.

Es importante mencionar que se observan diferencias entre los valores de diversidad de Shannon-Weaver y Simpson, este último índice presenta un valor mayor para la parcela tres (Tabla 6), sin embargo el índice de Simpson tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad biológica es más “diversa”, de hecho la interpretación que hace comúnmente de D' , es que es la probabilidad de un encuentro intraespecífico. Es decir, la probabilidad de que si se toman dos individuos al azar de la comunidad muestreada, ambos sean de la misma especie. Esto explica que se obtengan valores más altos de esta probabilidad cuando menos diversa sea la comunidad.

Finalmente se puede concluir que la estructura y composición de los bosques es un factor primordial para la preservación y conservación de la diversidad biológica que albergan,

por lo que se deben tener en consideración al momento de establecer planes de manejo forestal y programas de conservación, ya que según estos resultados, tenemos evidencia que aun cuando existan sitios cercanos con plantaciones de flora exótica (eg. parcela tres), la diversidad y abundancia pueden subsistir y mantenerse como fauna endémica característica de estos ecosistemas únicos. Asimismo la importancia de tener sitios de conservación interconectados interconectados por puentes biológicos, se estará haciendo un gran aporte a la biodiversidad nativa y endémica que caracteriza a la Cordillera de la costa en Chile.

Referencias

- Armesto J., Smith-Ramírez C., León P. & Arroyo M. 1992. Biodiversidad y Conservación del Bosque templado en Chile. En *Ambiente y Desarrollo*, 4:19-24.
- Armesto J., Rozzi R., Smith-Ramírez C., & Arroyo M. 1998. Conservation targets in South American temperate forests. *Science*, 282: 1271-1272.
- Heip C. 1974. A New Index Measuring Evenness. *Journal of Marine Biological Association*, 54: 555-557.
- Heyer, R.W., M.A. Donnelly, R. Mc Diarmid, L.A. Hayek, and M. Foster. 2001. *Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos estandarizados para Anfibios.* (ed. original 1994, traducido de Lavilla, Esteban O.). República Argentina.
- Hill M.O. 1973. Diversity and Evenness: a Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54: 427-432.
- Méndez M., Soto E., Torres-Perez F. & Veloso A. 2005. Anfibios y reptiles de los bosques de la cordillera de la costa (X Región, Chile) 441-449p. EN: Smith C., Armesto J., & Valdovinos C. 2005. *Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile: Editorial Universitaria, Santiago, Chile.*
- Nuñez J.J., Wood N.K., Rabanal F.E., Fontanella F.M., Sites J.Jr. 2011. Amphibian phylogeography in the Antipodes: refugia and postglacial colonization explain mitochondrial haplotype distribution in the Patagonian frog *Eupsophus calcaratus* (Cycloramphidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 58: 343–352
- Pielou E.C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology.* Wiley-Interscience John Wiley & Sons, 285 p.
- Shannon C.E. & Weaver W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication.* University Illinois Press, Urbana, IL.
- Sheldon A.L. 1969. Equitability Indices: Dependence on the Species Count. *Ecology*, 50: 466-467.

Simpson E.H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*, 163: 688.

Smith C., Díaz I-, Pliscoff P., Valdovinos C., Méndez M., Larraín J. & Samaniego H. 2006. Distribution patterns of flora and fauna in southern Chilean Coastal rain forests: Integrating Natural History and GIS. *Biodiversity and Conservation*, 16: 2627-2648.

Smith-Ramírez C. 2004. The Chilean coastal range: a Vanishing center of biodiversity and endemism in southern temperate rain forests. *Biodiversity and Conservation*, 13: 373-393.

INFORME DE AVIFAUNA

Introducción

La obtención de datos confiables de tendencias poblacionales de aves resulta crítica para guiar esfuerzos de conservación. En este sentido, la posibilidad de poder establecer este tipo de información en ambientes remotos o de difícil accesibilidad, se convierte en un gran desafío utilizando las técnicas de muestreo tradicionales (Dunn et al. 1997). Recientemente, con los avances tecnológicos, el aumento en la capacidad de almacenamiento de información, y disminución de costos, es posible obtener datos de forma masiva y confiable utilizando equipos remotos de registro acústico. Estos han sido sumamente exitosos para detectar especies raras (Fitzpatrick et al. 2005), así como el registro de inicio o término y recorrido de migraciones (Sanders & Mennill 2014), entre otros.

El presente informe se enmarca en el contexto de la estimación de biodiversidad de aves para ser incorporadas en el Inventario Continuo de Bosque Nativo que realiza el INFOR. Como objetivos específicos, se pretende evaluar la ocurrencia de aves dentro de los sitios de muestreo, la capacidad de detección de aves raras, y finalmente proponer mediciones comparativas entre sitios de muestreo.

Metodología

Para realizar la estimación de presencia de aves, se procedió a la instalación de seis equipos de registro automático de grabación de audio Sound Meter SM-2 y SM-3 (Wildlife Acoustic, Maynard, Massachusetts), con una tasa de muestreo de 44,1 KHz con un muestreo de frecuencia de 16 bit de precisión, en formato WAVE (*.wav). Esta calidad de grabación permite un adecuado reconocimiento de las vocalizaciones de aves y anfibios. Los equipos fueron provistos de dos micrófonos omnidireccionales SMX-NFC (Wildlife Acoustics, Maynard Massachusetts). Esta configuración en estéreo permite un radio efectivo de grabación que va desde 200 m en ambientes cerrados hasta 500 m en ambientes abiertos (Evens & Mellinger 1999, Larkin et al. 2002), y en el caso particular de bosque templado lluvioso, 200 y 250 m de radio (Soto-Gamboa, com. Pers.). Cada equipo se instaló en los seis sitios de parcelas correspondientes al polígono ubicado en la cordillera de la Costa al norte de la ciudad de Valdivia, los cuales fueron seleccionados previamente en forma aleatoria, siguiendo un filtro por tipo de formación boscosa.

Los equipos fueron programados para realizar un registro de 10 minutos cada una hora (24 horas diarias), los cuales fueron realizados con un mínimo de 3 días consecutivos. EN este caso, se analizó un total de 57 muestreos para el equipo 903 y de 81 muestreos para el equipo 4688.

La visualización de los registros de audio en forma de espectrograma fue realizada utilizando el software Soundscope 1.0 (Wildlife Acoustics, Maynard Massachusetts) y Raven Pro 1.5b (Cornell Lab of ornithology). En ambos casos, se utilizó una visualización de 10 a 20 segundos, con una resolución de 512 FFT, en un rango de 0 a 11000 Hz, utilizando un degradé de intensidad de colores (azul baja intensidad, amarillo alta intensidad). Debido a las características del ambiente y los diferentes niveles de intensidad de registro de audio (Swiston and Mennill 2009), la detección de cada una de las vocalizaciones se realizó en forma manual siguiendo la librería de cantos de aves del Laboratorio de Ecología Conductual, Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Universidad Austral de Chile, complementado con Bartheld et al. (2011), y la biblioteca de cantos en línea Xeno-canto (www.xeno-canto.org).

Si bien la configuración de micrófonos en estéreo permite hacer una estimación del número de individuos, en este caso, se consideró la presencia/ausencia de cada especie en el intervalo de tiempo analizado. Para evaluar el esfuerzo de muestreo se realizó un análisis de rarefacción de especies para cada sitio de muestreo, mediante el cual se estima el número de especies que se espera coleccionar en muestras de distinto tamaño. Para ello se hizo la reconstrucción de la curva observada de acumulación de especies (Ugland et al. 2003), y se comparó con un modelo de incorporación de especies aleatoria con 100 permutaciones, calculando la desviación estándar esperada por azar (Gotelli & Colwell 2001). De esta forma, se compara la acumulación de especies observada versus la esperada. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico R (R-project, <http://www.r-project.org>).

Resultados y discusión

A partir del muestreo realizado se detectó la presencia de un total de 21 especies de aves, las cuales presentaron una variación entre 17 en el punto del equipo 903 y 21 especies en el equipo 4688 (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de la ocurrencia (presencia, P) de especies de aves dentro de cada sitio de muestreo. Adicionalmente, se incluye el total de especies descritas para cada sitio.

| Nombre común | Nombre científico | Equipo 4688 | Equipo 903 |
|--------------|---------------------------------|-------------|------------|
| Bandurria | <i>Theristicus melanopis</i> | P | |
| Picaflor | <i>Sephanoides sephanioides</i> | P | p |
| Chucazo | <i>Scelorchilus rubecula</i> | P | p |
| Hued-hued | <i>Pteroptochos tarnii</i> | P | p |

| | | | |
|---------------------|-------------------------------------|---|-----------|
| churrín del sur | <i>Scytalopus magellanicus</i> | P | p |
| Churrín de la mocha | <i>Eugralla paradoxa</i> | P | p |
| Jilguero | <i>Carduelis barbatus</i> | P | |
| Comecebo | <i>Pygarrhichas albogularis</i> | | p |
| Concon | <i>Strix rufipes</i> | P | |
| Ralladito | <i>Aphrastura spinicauda</i> | P | p |
| Fio-fio | <i>Elaenia albiceps</i> | P | p |
| Zorzal | <i>Turdus falklandii</i> | P | p |
| Tordo | <i>curaeus curaeus</i> | P | p |
| Tiuque | <i>Milvago chimango</i> | P | p |
| Cometocino | <i>Phygilus patagonicus</i> | P | p |
| Cachaña | <i>Enicognathus ferrugineus</i> | P | p |
| Diucón | <i>Xolmis pyrope</i> | | p |
| Colilarga | <i>Sylviorthorhynchus desmursii</i> | P | p |
| Cachudito | <i>Anairetes parulus</i> | P | p |
| Pitío | <i>Colaptes pitius</i> | P | p |
| Lechuza | <i>Tyto alba</i> | P | |
| Chincol | <i>Zonotrichia capensis</i> | P | |
| Loica | <i>Sturnella loyca</i> | P | |
| Total | | | 21 |
| | | | 17 |

Llama la atención que hay una gran variación tanto en la ocurrencia de especies como de las conformación del ensamble de las mismas entre ambos sitios. En el caso del equipo 903, las especies dominantes corresponden al Chucao, Wed-wed, Churrín del sur, y ralladito (Tabla 2), tal como es de esperar dentro del bosque templado (Díaz 2005, Bartheld et al 2011). En este sitio además se registró la presencia de güiña (*Leopardus guigna*) y una alta abundancia del sapo grande de hojarasca (*Eusophus vertebralis*) durante la noche. La gran abundancia de esta especie de sapo y el rango de frecuencia en el cual se encuentran vocalizando podría haber

afectado la detectabilidad del concón, vocalización que queda enmascarada en por efecto de las vocalizaciones de *E. vertebralis*.

Tabla 2. Frecuencia de ocurrencia de especies en los sitios de muestreo.

| Nombre común | Nombre científico | 4688 | 903 |
|---------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|
| Bandurria | <i>Theristicus melanopis</i> | 0.037 | 0.000 |
| Picaflor | <i>Sephanoides sephaniodes</i> | 0.259 | 0.579 |
| Chucao | <i>Scelorchilus rubecula</i> | 0.222 | 0.614 |
| Hued-hued | <i>Pterotochos tarnii</i> | 0.086 | 0.175 |
| churrín del sur | <i>Scytalopus magellanicus</i> | 0.370 | 0.526 |
| Churrín de la mocha | <i>Eugralla paradoxa</i> | 0.086 | 0.228 |
| Jilguero | <i>Carduelis barbatus</i> | 0.037 | 0.000 |
| Comecebo | <i>Pygarrhichas albogularis</i> | 0.000 | 0.105 |
| Concon | <i>Strix rufipes</i> | 0.037 | 0.000 |
| Ralladito | <i>Aphrastura spinicauda</i> | 0.062 | 0.509 |
| Fio-fio | <i>Elaenia albiceps</i> | 0.481 | 0.368 |
| Zorzal | <i>Turdus falklandii</i> | 0.457 | 0.228 |
| Tordo | <i>curaeus curaeus</i> | 0.222 | 0.053 |
| Tiuque | <i>Milvago chimango</i> | 0.025 | 0.018 |
| Cometocino | <i>Phygilus patagonicus</i> | 0.420 | 0.018 |
| Cachaña | <i>Enicognathus ferrugineus</i> | 0.062 | 0.175 |
| Diucón | <i>Xolmis pyrope</i> | 0.000 | 0.053 |
| Colilarga | <i>Sylviorthorhynchus desmursii</i> | 0.099 | 0.035 |
| Cachudito | <i>Anairetes parulus</i> | 0.086 | 0.105 |
| Pitío | <i>Colaptes pitius</i> | 0.012 | 0.018 |
| Lechuza | <i>Tyto alba</i> | 0.012 | 0.000 |
| Chincol | <i>Zonotrichia capensis</i> | 0.272 | 0.000 |
| Loica | <i>Sturnella loyca</i> | 0.012 | 0.000 |

El sitio donde se instaló el equipo 4688 contrasta notablemente con los sitios propios de bosque templado adulto, donde las especies dominantes encontradas son el cometocino, tordo, fio-fio y churrín del sur, y aparecen especies propias de ambientes de pradera como el chicol (tabla 2). Adicionalmente, se detecta la presencia reiterada de animales domésticos donde se incluyen perros, gallinas y ovejas, lo cual sugiere que es un sitio con perturbación antrópica, y un bosque con alto nivel de degradación. Finalmente, en este sitio también se detectó la presencia de güiña.

Al analizar las curvas de rarefacción de especies, se puede observar que ambos sitios de muestreo alcanzaron los valores asintóticos de acumulación de especies (Fig. 1). Esto sugiere que el protocolo de muestreo utilizado es capaz de alcanzar los valores esperados de especies para cada uno de los sitios. En ambos casos, se presenta un quiebre importante de especies aproximadamente a los 20 muestreos, pero luego se estabilizan dentro de los intervalos de confianza esperados.

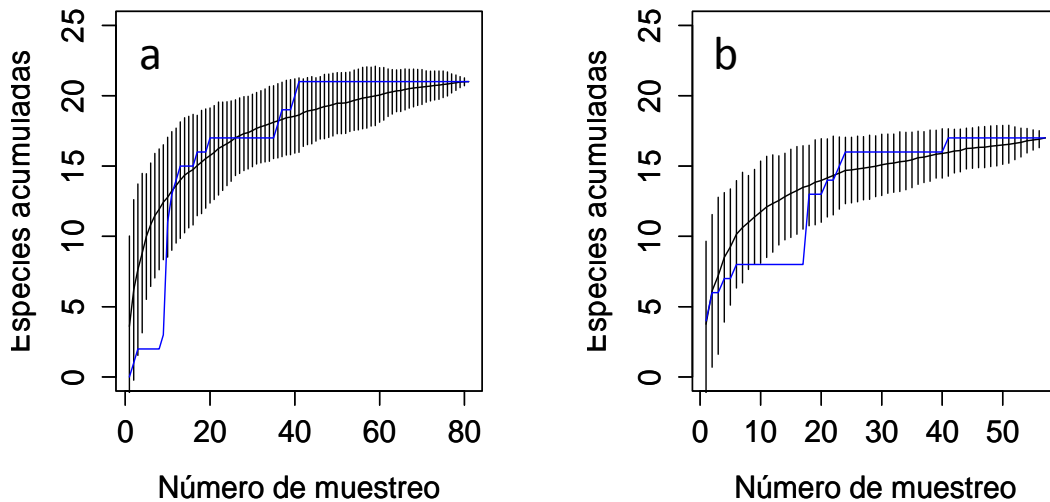


Fig. 1. Curvas de rarefacción de especies de aves por sitio de muestreo. En línea azul se presenta la ocurrencia de especies acumulada en función del número de muestras, mientras que la línea negra representa el modelo esperado por un muestreo aleatorio de especies. Las barras de error corresponden a una desviación estándar calculada a partir de 100 permutaciones. En a) sitio 4688, en b) sitio903.

Finalmente, hay que señalar, que los resultados obtenidos en el equipo 903 siguen las mismas tendencias que los puntos de muestreo realizados el año 2014. A diferencia, el equipo 4688 presenta un ensamble de especies de transición desde bosque templado hacia praderas, que sugiere que es un ambiente con mayor grado de degradación antrópica y que implica además que la avifauna es sensible a los cambios de estructura de la vegetación.

Bibliografía

Bartheld, J., Moreno-Gómez, F. N., Soto-Gamboa, M., Silva-Escobar A. A., & Suazo, C. G. (2011). Monitoreo Acústico de Aves y Anfibios en el Bosque Costero Valdiviano. Valdivia, Chile, 78 pp.

Díaz I. (2005). Historia natural, diversidad y conservación de las aves en el Bosques de la Cordillera de la Región de lo Lagos. Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques costeros de Chile. Ramírez C., Armesto J.J. & Valdovinos C. Eds. Pp456-467. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379–391.

Dunn, E. H., D. J. T. Hussell, and R. J. Adams (1997). Monitoring songbird population change with autumn mist netting. *Journal of Wildlife Management* 61:389–396.

Evans, W. R., and D. K. Mellinger (1999). Monitoring grassland birds in nocturnal migration. *Studies in Avian Biology* 19:219–229.

Fitzpatrick J.W., Lammertink M. , Luneau M.D. Jr., Gallagher T.W., Harrison B.R., Sparling J.M., Rosenberg K.B., Rohrbaugh R.W., Swarthout E.C.H., Wrege O.W., Swarthout S.B., Dantzker M.S., Charif R.A., Barksdale T.R. , Remsen J.V. Jr., Simon S.D., Zollner D. (2005). Ivory-billed Woodpecker (*Campephilus principalis*) Persists in Continental North America. *Science* 308:1460-1462.

Larkin, R. P., W. R. Evans, and R. H. Diehl (2002). Nocturnal flight calls of Dickcissels and Doppler radar echoes over south Texas in spring. *Journal of Field Ornithology* 73:2–8.

Sanders, C.E. & Mennill D.J. (2014). Acoustic monitoring of nocturnally migrating birds accurately assesses the timing and magnitude of migration through the Great Lakes. *Condor* 116: 371-383.

Swiston, K. A., and D. J. Mennill (2009). Comparison of manual and automated methods for identifying target sounds in audio recordings of Pileated, Pale-billed, and putative Ivory-billed woodpeckers. *Journal of Field Ornithology* 80:42–50.

Ugland, K.I., Gray, J.S. & Ellingsen, K.E. (2003). The species-accumulation curve and estimation of species richness. *Journal of Animal Ecology* 72: 888–897.

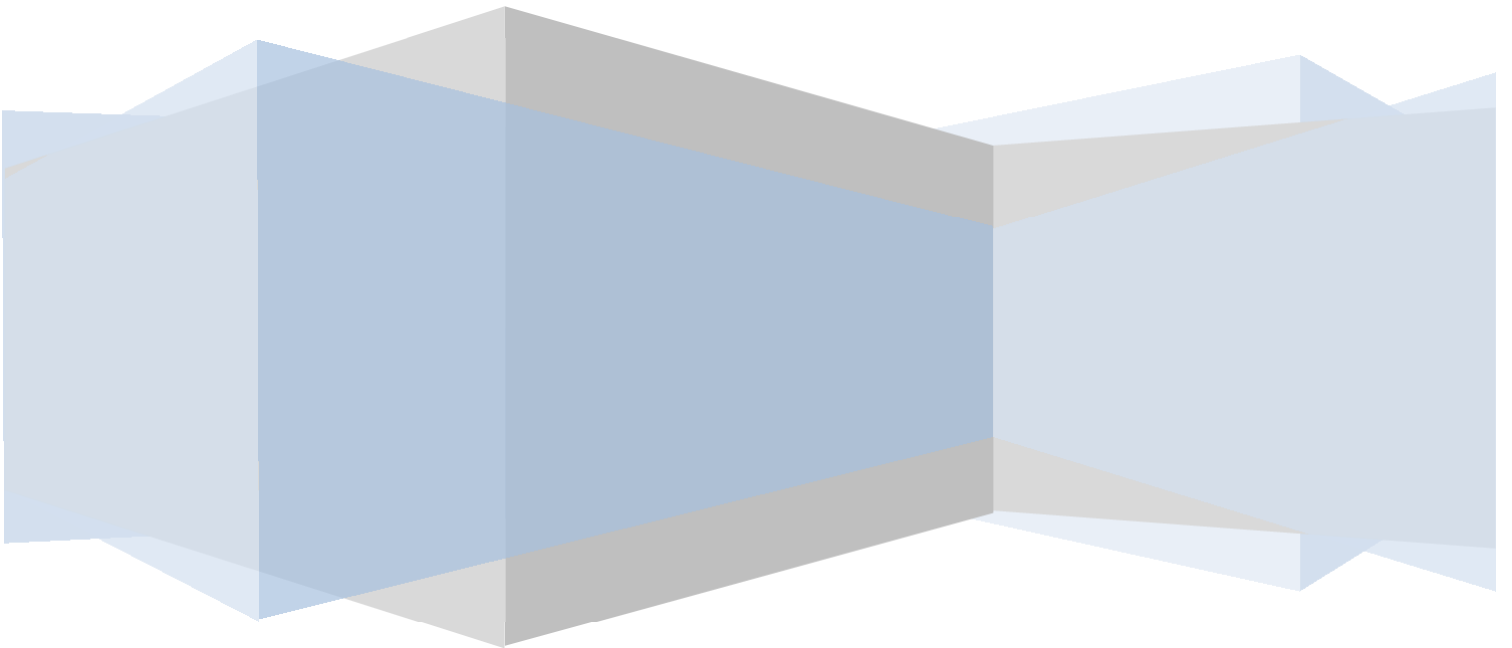
Wilson, M. D. and B. D. Watts. 2006. Effect of moonlight on detection of Whip-poor-wills: implications for long-term monitoring strategies. *Journal of Field Ornithology* 77: 207-211.

Área de Monitoreo de Ecosistemas Forestales

Modelos

CAPITULO VII

INSTITUTO FORESTAL



Introducción

El concepto de Inventario Continuo involucra no solo las variables de estado del bosque como volumen, área basal, densidad etc., sino también incluye el factor tiempo, esto supone determinar cambios en los bosques que afectan la calidad y distribución de productos, y determinar el período de tiempo en el que estamos interesados de reflejar la nueva información respecto del bosque. Así, cuando estamos interesados en las tendencias del cambio de nuestros recursos boscosos, el diseño de muestreo debe ser capaz de adaptarse a esta de forma eficiente y sólida. Con este objetivo, lo usual es a objeto de lograr estas mediciones repetidas es utilizar parcelas de muestreo permanentes, las que, dada esta característica, aseguran que la estimación del cambio sea comparables 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 continuo de ecosistemas forestales actualmente utilizado se basa en:

- Generación de primer ciclo de mediciones (línea base) de puntos geográficamente permanentes de muestreo.
- Inicio del ciclo de mediciones de base anual bajo el sistema de reemplazo parcial con apoyo de proyección de crecimiento por modelación, donde el ciclo de mediciones y proyección se hace agrupando áreas de ~3,0 millones de ha por año en ciclos de 5 años, de acuerdo a un plan según ejemplo a continuación:

| Regiones | Oportunidad remediación |
|----------------------|----------------------------|
| IV-V-RM-VI-X (Norte) | 2011 |
| VII,VIII,IX,XIV y XI | 2012 |
| XI | 2013 |
| XI y XII | 2014 |
| VI,VII, VIII, IX, X | 2015 |
| IV a VI | 2016 |

Modelación de proyección de crecimiento de los bosques

A objeto de realizar proyecciones se recurre a la modelación de las variables de estado de rodal. En este contexto, el modelo de proyección de crecimiento en bosques nativos “**xFor**” corresponde a un modelo de ecuaciones diferenciales siguiendo la metodología propuesta por Garcia O. (1984) y se expresa como:

$$\dot{y} = Ax^c + b$$

donde:

A y C: corresponden a coeficientes del modelo.
b: corresponde a la variable de intercepción.

Con:

$$x = \{x_1, x_2, x_3\} = \{G, N, H\}$$

donde:

G: Corresponde el área basal
N: Numero de árboles.
H: Altura dominante

y la transformada,

$$\begin{aligned}y_1 &= G^{c11} N^{c12} H^{c13} \\y_2 &= G^{c21} N^{c22} H^{c23} \\y_3 &= G^{c31} N^{c32} H^{c33}\end{aligned}$$

donde,

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix}$$

y,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

La parametrización de este modelo se basa en los datos generados por el Inventario Continuo de Ecosistemas Forestales de INFOR (2004 a la fecha). La figura 2 describe ejemplos de las proyecciones generadas por este modelo. En la primera figura se puede apreciar la relación proyectada entre las variables diámetro medio cuadrático y altura total media del rodal, donde la progresión en el tiempo muestra cómo se incrementa esta última a medida que aumenta el diámetro de los árboles. En tanto, la segunda figura, estrechamente relacionada con la primera, muestra la dinámica de ocupación de sitio (de derecha a izquierda). Aquí, a medida que los árboles crecen y no mediando manejo, naturalmente se genera mortalidad por competencia. Esto redundará en una disminución del número de individuos y un incremento en el área basal producto del crecimiento en diámetro de los árboles remanentes. En este contexto, las curvas con valores de área basal más elevados son las que corresponden a mayores valores de ocupación de sitio.

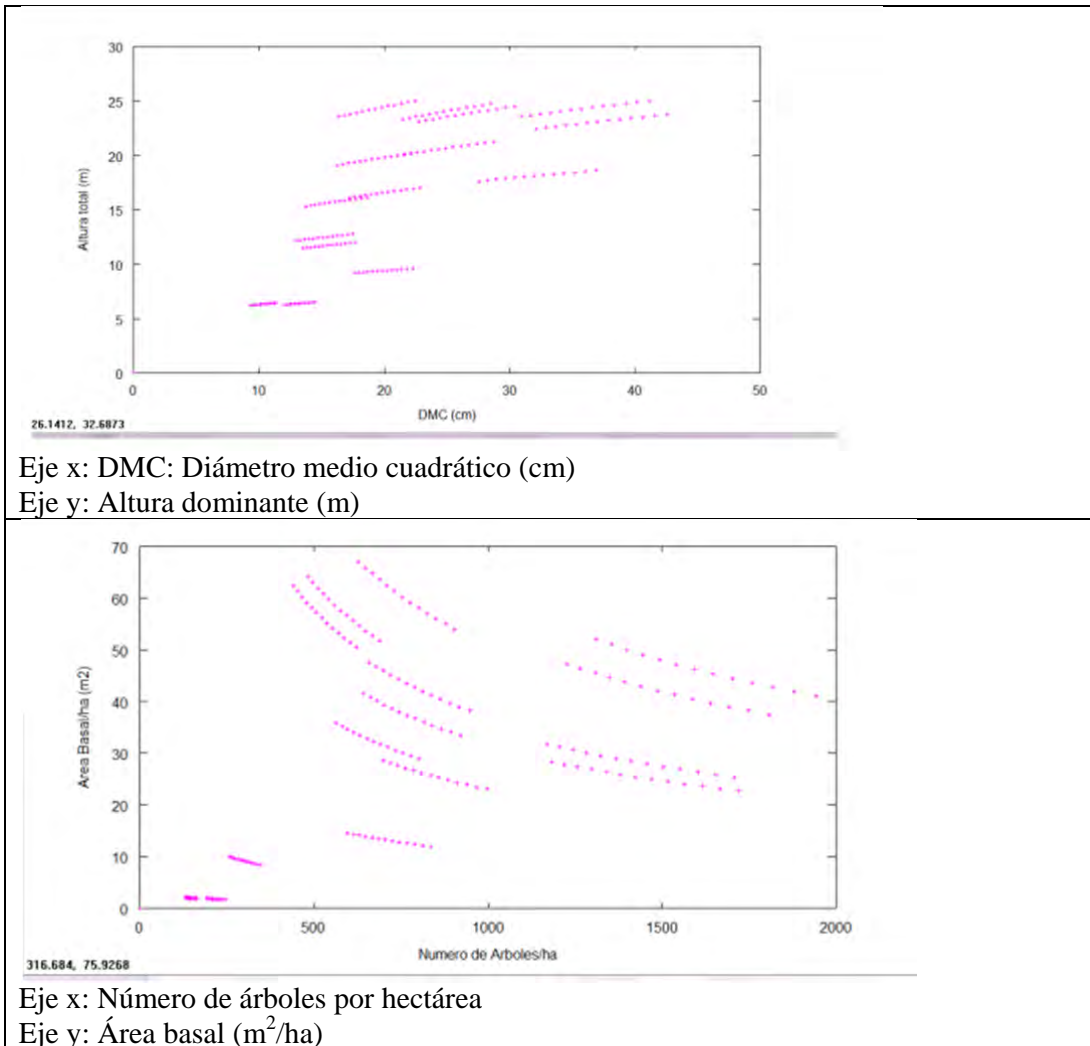


Figura 2. Ejemplo de proyección para 14 rodales de Roble-Raulí-Coihue.

En base a este modelo y su capacidad de proyección, se puede simular un conjunto de esquemas de manejo para bosque nativo según tipo forestal; determinando así, tasas de crecimiento- rendimiento necesarias para proyectar los bosques.

El modelo proyecta en forma satisfactoria hasta 5 años, i.e., el lapso suficiente para reiniciar un nuevo ciclo de mediciones.

Método de actualización del Inventario Continuo en Bosque Nativo

En conjunto con el modelo de proyección y a objeto de actualizar el inventario se recurre a la remediación parcial en combinación con la información del crecimiento de los bosques haciendo uso de la aproximación conocida como Kalman Filter según propuesta de Dixon y Howitt (1979) y basado en la aplicación de matrices transición, de acuerdo con lo siguiente:

Sea por ejemplo el modelo,

$$X_{t+1} = AX_t + Bu_t + e_t$$

Con $e_t \sim N(0, \Omega)$

A :matriz de transición

Xt :variable de estado de interés

B :magnitud de la acción de control

ut :vector de control

De acuerdo con Kangas (1990) si la variable observada difiere de la variable de estado, el modelo puede aproximar la media según una variable auxiliar 'y' con:

$$y_t = CX_t + v_t$$

Con **C** matriz de diseño y $v_t \sim N(0, \Theta)$

De acuerdo a [1] la media condicional de predicción del Kalman Filter es

$$X_{t+1|t} = AX_t + Bu_t$$

Con matriz condicional de la media como:

$$P_{t+1|t} = AP_tA' + \Omega$$

Donde $P_1 = \Theta$

Dado el muestreo los residuos corresponden a la siguiente expresión $\eta_{t+1} = y_{t+1} - Cx_{t+1|t}$, permitiendo completar el ciclo del Kalman Filter en la parte de actualización como:

$$X_{t+1|t+1} = X_{t+1|t} + K_{t+1}\eta_{t+1}$$

y,

$$K_{t+1} = (P_{t+1|t}^{-1} + C\Theta_{t+1}C)^{-1}C\Theta^{-1}$$

Así, la covarianza condicional del estimador es:

$$P_{t+1|t+1} = (P_{t+1|t}^{-1} + C\Theta_{t+1}C)^{-1}$$

