



APUNTE

El sector forestal y su evolución, la situación actual de los bosques nativos y costos de rehabilitación de bosques nativos degradados.

Santiago Barros Asenjo^{1*}; María Molina Brand² & Roberto Ipinza Carmona³

¹ Ingeniero Forestal. Gerencia de Investigación y Desarrollo. Instituto Forestal. sbarros@infor.cl

² Ingeniero Forestal MSc. Investigadora. Instituto Forestal, sede Biobío.

³ Ingeniero Forestal, Dr. Ingeniero de Montes. Investigador. Instituto Forestal. Sede Los Ríos.

*Autor para correspondencia (arial 8)

DOI: <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2022.578>

Recibido: 15.11.2022; Aceptado 15.12.2022

RESUMEN

Se reseña el sector forestal chileno y la situación actual de sus bosques nativos. Se describe una experiencia de rehabilitación mediante plantación suplementaria, en la región de los Ríos, de bosques Siempreverde degradados por intervenciones extractivas del pasado y posterior invasión de quilantales. Se determina los costos de la intervención y se enfatiza la necesidad de emplear material genético adecuado para la misma, aspecto que es determinante para el éxito y para la capacidad de adaptación de la nueva población frente a las cambiantes condiciones ambientales que está generando el cambio climático.

Se efectúa también una estimación de costos para intervenciones de este tipo en el segmento de pequeños y medianos propietarios (PYMP), asumiendo plantaciones de 600 árb/ha y situaciones alternativas en cuanto a los costos de éstas según el nivel de degradación del bosque. Se supone además que, el Estado a través de sus instituciones del Agro encontrará los mecanismos para poner a disposición de los propietarios plantas adecuadas para las iniciativas de rehabilitación de bosques, dado que por sus costos y por la capacidad técnica necesaria, las etapas de selección de procedencias, colecta de semillas y producción de plantas no pueden ser abordadas por los propietarios de este segmento. Se concluye que los costos oscilan entre los 2,5 MM\$/ha y 1,3 MM\$/ha y que las bonificaciones de la Ley de Bosque Nativo, en su estado actual, solo cubriría entre el 21 y 42% del costo total.

Palabras clave: Bosque nativo, rehabilitación, bosque degradado, costos

SUMMARY

The Chilean forestry sector and the current situation of its native forests are reviewed. It describes an experience of rehabilitation through supplementary planting in the Los Ríos region of evergreen forests degraded by extractive interventions in the past and subsequent invasion of quila (*Chusquea quila*). The costs of the intervention are determined and the need to use adequate genetic material for the intervention is emphasized, which is a determining factor for the success and adaptability of the new population in the face of the changing environmental conditions generated by climate change.

A cost estimate is also made for interventions of this type in the small and medium landowner segment (PYMP), assuming plantations of 600 arb/ha and alternative situations in terms of costs depending on the level of degradation of the forest. It is also assumed that the State, through its agricultural institutions, will find mechanisms to make suitable plants available to landowners for their forest rehabilitation initiatives, given that the cost and technical capacity required for the selection of provenances, seed collection and plant production stages cannot be met by landowners in this segment, especially small landowners. It is concluded that the costs range between 2.5 MM\$/ha and 1.3 MM\$/ha and that the bonuses of the Native Forest Law, in its current state, would only cover between 21 and 42% of the total cost.

Key words: Native forests, degraded forests rehabilitation, costs

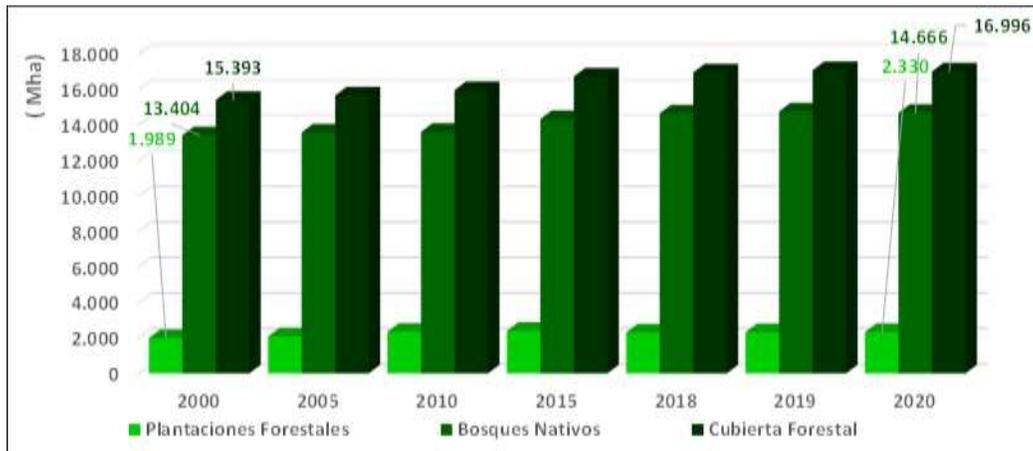
EL SECTOR FORESTAL

De acuerdo al Anuario Forestal 2022 del Instituto Forestal (INFOR), que entrega las estadísticas sectoriales (Álvarez *et al.*, 2022), Chile dispone de una cubierta forestal de 17 MMha²⁰, de la cual 14,7 MMha corresponden a bosques nativos y 2,3 MMha a plantaciones forestales.

Los bosques nativos están clasificados en 12 Tipos Forestales de acuerdo a las principales especies que los componen y están distribuidos a través de todas las regiones del país.

Las plantaciones forestales en tanto, se encuentran muy mayoritariamente ubicadas entre las regiones de O'Higgins y Los Lagos, están compuestas principalmente por *Pinus radiata* D. Don, *Eucalyptus globulus* Labill y *Eucalyptus nitens* Deane *et* Maiden, y secundariamente por diversas otras especies de los mismos géneros y algunas de otros géneros como *Acacia*, *Atriplex*, *Larix*, *Populus*, *Pseudotsuga* y otros.

Chile es uno de los pocos países en el mundo que muestran un incremento de su cubierta forestal, durante los últimos 20 años esta ha aumentado de 15,4 a 17,0 MMha como resultado de la recuperación natural de áreas de bosques nativos (1,26 MMha en el período) y la mayor superficie de plantaciones (0,34 MMha en el período). Hoy la cubierta forestal representa el 22,5% de la superficie nacional (Álvarez *et al.*, 2022) (Figura 1)



(Fuente: Elaboración propia en base a Álvarez *et al.*, 2022)

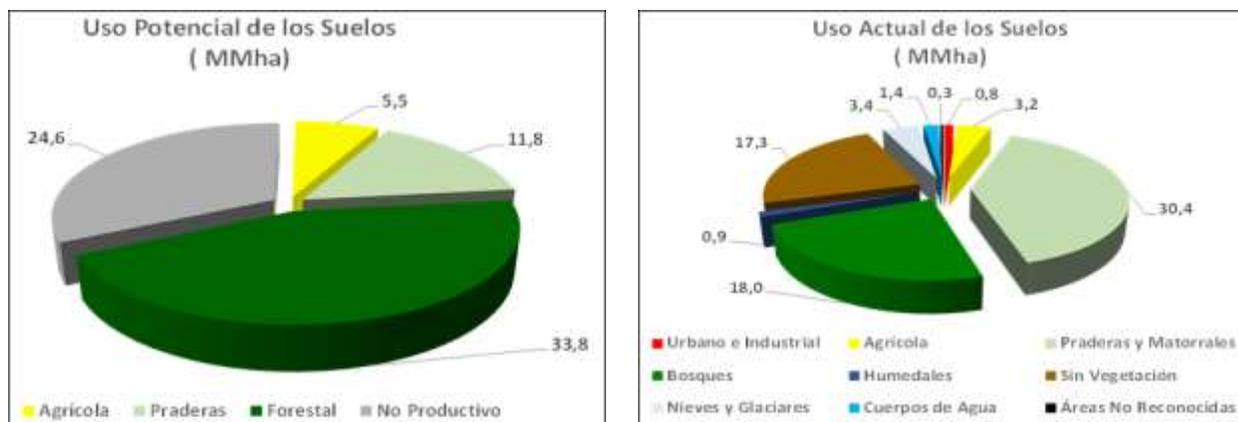
Figura 1. Cubierta Forestal

Sin embargo, el país perdió históricamente grandes superficies de bosques nativos desde las épocas de La Conquista y La Colonia hasta mediados del siglo pasado, como resultado de incendios forestales y malas prácticas agrícolas, ganaderas y forestales. Los bosques eran quemados para despejar terrenos para agricultura y ganadería y también se extraía madera de ellos en forma insostenible.

Si se compara el uso potencial de los suelos del país con el uso actual de estos, resulta fácil inferir que en la época prehispánica la superficie boscosa era a lo menos el doble que la actual (Figura 2).

No obstante, el Inventario Forestal Continuo que desarrolla INFOR anualmente arroja que los bosques nativos del país contienen existencias madereras brutas fustales de 2.223 MMm³ y su crecimiento anual es de 82 MMm³ (Sagardía *et al.*, 2021).

²⁰ MMha: Millones de hectáreas; Mha: Miles de hectáreas



(Fuente: Elaboración propia en base a SAG-ODEPA, 1968)

(Fuente: Elaboración propia en base a Álvarez *et al.*, 2022)

Figura N°2. Uso Potencial y Uso Actual de los Suelos

El país cuenta con una desarrollada industria forestal en los ámbitos de la celulosa y papel, la madera aserrada, los tableros, chapas y otros productos. El consumo anual de madera en trozas para fines industriales está sobre los 40 MMm³.

Este consumo de madera por la industria forestal se traduce en una importante producción de madera aserrada, pulpa química, tableros y otros productos que, además de satisfacer las demandas de los mercados internos, se exportan a los mercados externos generando anualmente retornos por valores cercanos a 6.000 MM US\$ FOB.

Más del 65% de la superficie de plantaciones forestales se encuentra bajo manejo forestal, empleándose en ella silvicultura intensiva según la calidad de los sitios y productos objetivos, esto es material genético con distintos grados de mejoramiento, técnicas intensivas de establecimiento y diferentes regímenes de rotación y de podas y raleos.

El 35% restante corresponde principalmente a plantaciones de pequeños propietarios que enfrentan diversas brechas económicas y tecnológicas que les dificultan aplicar técnicas silvícolas intensivas que agreguen valor a sus bosques, situación que evidentemente se refleja en los rendimientos y en el valor de sus productos al final de la rotación.

Los bosques nativos en tanto, fragmentados y mayoritariamente degradados por inadecuadas prácticas del pasado, no están bajo manejo. Este recurso en general ve permanentemente comprometida su regeneración natural por presencia de ganado y, además, las antiguas prácticas de “floreo” (extracción de los mejores ejemplares de las especies de mayor valor) lo han empobrecido en su composición de especies y lo han sometido a una selección genética negativa.

El principal consumo actual en estos bosques está dado por extracción de leña, actividad mayormente informal y escasamente controlada y fiscalizada.

Es así como las plantaciones forestales proveen el 99,7% de la madera que anualmente se consume para fines industriales, generándose desde los bosques nativos solo unos 130 Mm³ (0,3%) que se destinan principalmente a madera aserrada y tableros y chapas (Álvarez *et al.*, 2022).

En el Cuadro 1 se muestra en grandes cifras la situación de los recursos forestales, en términos de su función y su tenencia. De las cifras del cuadro se puede destacar que aproximadamente el 60% de la superficie de bosques nativos está bajo protección directa (SNASPE) o indirecta, dado que a aquellos bosques de protección fuera del SNASPE por ley no se los puede intervenir.

Respecto de los bosques considerados comerciales, en distintos momentos se han dado cifras muy dispares (4 a 8 MMha), situación que sin duda requiere de un estudio de detalle, dado que múltiples factores inciden en esto, como nivel de degradación, ubicación, topografía, accesibilidad, especies que los componen, propietarios y otros.

Se trata de bosques con diferentes niveles de degradación que es necesario someter a manejo forestal sostenible, recuperándolos, mejorándolos y poniéndolos en valor con la producción de ciertos volúmenes de madera y el consiguiente beneficio para sus propietarios, muy mayoritariamente del segmento de pequeños y medianos.

Cuadro 1. Situación de los Recursos Forestales

Bosque nativo función		(MMha)
Total		14,7
Protección y Conservación SNASPE	4,3 Parques Nacionales y Reservas Forestales	
Protección y Conservación fuera de SNASPE	4,7 Pendientes fuertes, protección de suelos y cursos de agua, y especies protegidas	
Considerados Comerciales*	5,7 Bosques que bajo manejo forestal sostenible pueden generar ciertos volúmenes de madera	
Bosque nativo tenencia		(MMha)
Total		14,7
SNASPE	4,3 Parques Nacionales y Reservas Forestales	
Estatales fuera de SNASPE	1,0 Zonas insulares, otros	
Grandes propietarios	2,0 Grandes y medianas empresas, áreas protegidas privadas	
PYMP	7,4 Pequeños y medianos propietarios	
Plantaciones forestales tenencia		(MMha)
Total		2,3
Grandes propietarios	1,5 Grandes y medianas empresas	
PYMP	0,8 Pequeños y medianos propietarios	

PYMP: Medianos <5.000 ha, Pequeños < 200ha. SNASPE: Sistema nacional de áreas Silvestres Protegidas del Estado.

*Parte de los tipos forestales Siempreverde, Lengua, Roble-Raulí-Coihue, Coihue-Raulí-Tepa y Coihue de Magallanes.

Cifras en negro tienen como fuente diferentes publicaciones de INFOR como Álvarez *et al.*, 2022; Soto *et al.*, 2021; Büchner *et al.*, 2018.

Cifras en verde corresponden a estimaciones aproximadas.

En cuanto a la propiedad cerca del 65% de los bosques nativos son privados y prácticamente la totalidad de las plantaciones forestales lo son, exceptuando solo superficies menores de estas últimas existentes en algunas Reservas Forestales del Estado, como Peñuelas, Malalcahuello y otras.

En el Cuadro 2 se resume la evolución del sector forestal desde los años 70 del siglo pasado hasta la actualidad. Las cifras ponen en evidencia el fuerte desarrollo de las plantaciones forestales y de la industria forestal basada en este recurso.

El crecimiento era permanente hasta que distintos factores, como el fin de los incentivos estatales a la forestación del segmento de los Pequeños y Medianos Propietarios (PYMP) en el año 2012, los grandes incendios forestales en 2017 y la pandemia mundial del COVID (2020 y 2021), que aún permanece en menor grado, han detenido este crecimiento sectorial en los últimos años.

En el año 2012 expiró el DL N°701 en lo referente a los incentivos estatales a la forestación y esta cayó dramáticamente (600 ha en 2021), con lo que la tasa de plantación anual comprende ahora solo la reforestación sin incentivos del Estado, que representa la reposición de las superficies cosechadas para el abastecimiento industrial, actividad obligatoria por ley de acuerdo al DL N°701 e indispensable dadas las grandes inversiones industriales en las áreas de la celulosa y papel, del aserrío y de distintos tipos de tableros.

Cuadro 2. Evolución del Sector Forestal 1973 – 2021

Evolución del Sector Forestal 1973 a 2021																
Item		1973	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018	2019	2020	2021	Variación Periodo
Superficie Plantaciones																
Total	(Mha)	450		795	1.189	1.461	1.818	1.989	2.083	2.342	2.397	2.304	2.321	2.330		1.880
Pino radiata	(Mha)	400		717	1.040	1.243	1.380	1.475	1.419	1.472	1.400	1.286	1.299	1.293		893
Eucaliptos	(Mha)			33	51	102	302	359	540	717	949	857	855	901		868
Otras especies	(Mha)	50		44	97	116	136	156	124	153	147	162	167	135		85
Participación eucaliptos y otras especies	(%)	11,1		9,8	12,5	14,9	24,1	25,9	31,8	37,2	41,6	44,2	44,0	44,5		33,4
Superficie Bosques Nativos																
	(Mha)							13.404	13.564	13.600	14.317	14.634	14.745	14.666		1.262
Cubierta Forestal																
	(Mha)							15.393	15.647	15.942	16.714	16.938	17.066	16.996		1.602
Tasa Plantación Anual																
Total	(Mha)	30,3	83,0	72,3	96,3	94,1	99,9	102,4	133,8	92,0	90,6	100,8	127,1	79,1	63,8	33,5
Forestación	(Mha)						60,3	44,3	73,3	20,2	3,0	1,4	1,0	0,6	0,6	-66,6
Reforestación	(Mha)						39,6	58,0	60,5	71,7	87,6	99,4	126,1	78,1	63,2	23,6
Corta Anual																
Total	(Mhm ²)		4,04	8,47	9,56	14,26	24,88	24,44	32,66	34,60	43,63	47,85	45,31	43,56	43,87	39,83
Pino radiata	(Mhm ²)		3,56	7,61	8,66	10,72	18,55	18,81	25,73	22,89	30,69	31,92	30,13	28,32	29,81	26,25
Eucaliptos	(Mhm ²)							3,99	5,96	10,88	12,10	15,31	14,68	14,76	13,65	9,66
Otras especies	(Mhm ²)		0,48	0,86	0,90	3,54	6,34	0,17	0,33	0,37	0,47	0,35	0,37	0,28	0,30	-0,18
Bosques nativos	(Mhm ²)							1,48	0,66	0,43	0,38	0,26	0,22	0,18	0,13	-1,35
Participación bosques nativos	(%)							6,06	1,99	1,24	0,87	0,54	0,49	0,41	0,30	-5,76
Exportaciones Forestales																
	(MUS\$ FOB)		126	488	335	856	2.368	2.365	3.496	4.955	5.439	6.838	4.662	4.948	5.969	5.843

(Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, 1992; INFOR, 2002; Soto *et al.*, 2021; Álvarez *et al.*, 2022)

En la temporada 2016 - 2017 grandes incendios forestales afectaron la zona centro-sur del país, se perdieron 282 Mha de plantaciones forestales, principalmente en las regiones de O'Higgins (38 Mha), Maule (173 Mha) y Biobío (64 Mha) (Álvarez *et al.*, 2022).

Desde el año 2020 la pandemia mundial del COVID obligó a los gobiernos en todo el mundo a imponer una serie de restricciones, como confinamientos (cuarentenas), limitaciones de reunión y desplazamientos y otras, que limitaron y entorpecieron toda actividad humana afectando en mayor o menor medida la economía de los países. El sector forestal chileno no es la excepción y se vio afectada la tasa de plantación anual, la producción y las exportaciones.

Las cifras del Cuadro 2 y las Figuras 3 a 6 ponen en evidencia situaciones preocupantes respecto del recurso y la producción. La fuerte caída de la forestación en la última década y las grandes pérdidas de plantaciones debidas a los incendios forestales han comprometido la disponibilidad de madera.

La última proyección de la disponibilidad de este recurso (2017 - 2047) realizada por INFOR (Büchner *et al.*, 2018) indica claramente que un nivel de consumo de madera como el registrado en el año 2018 no será posible en al menos los próximos 20 años, con su evidente impacto en la producción y en las exportaciones, y con un negativo efecto en la pyme maderera, que verá muy limitado su abastecimiento de materia prima dado que la demanda por esta de parte de la industria de celulosa y papel y de los grandes aserraderos es muy dura debido a las grandes inversiones involucradas en este parque industrial.



Figura 3. Tasa de Plantación Anual

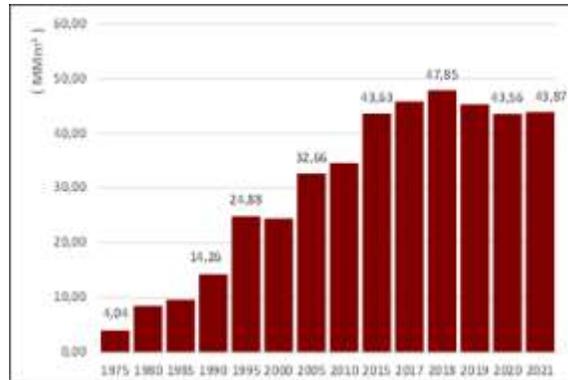


Figura 4. Consumo Anual de Madera

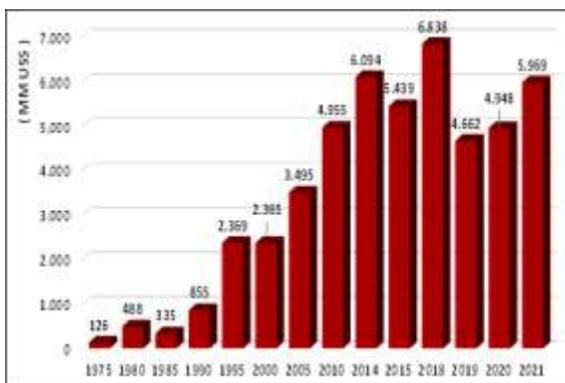


Figura 5. Exportaciones Forestales

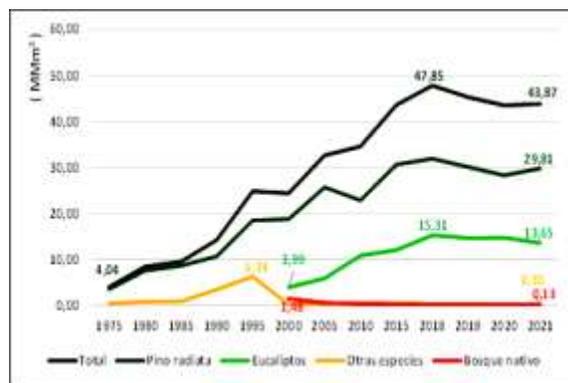


Figura 6. Consumo Anual Madera por Especies

Parece así, de evidente conveniencia reponer el incentivo del Estado a la forestación para el segmento PYMP y hacerlo extensivo también a la recuperación de las plantaciones quemadas de este mismo segmento de propietarios, no solo de los recursos perdidos en los grandes incendios de 2016-2017 sino también en temporadas posteriores y futuras, ya que estos siniestros dejan a los propietarios descapitalizados y no disponen de los recursos para cumplir con la reforestación a la que quedarían obligados.

Al respecto, no se debe olvidar que los incendios forestales en Chile son un problema recurrente cada temporada y son provocados por el hombre, sea por descuido o irresponsabilidad, o por la acción de delincuentes que los generan en forma intencional, situación que además se ve agravada por las reducciones de precipitaciones y los aumentos de temperaturas que crecientemente impone el cambio climático. Ante esto el segmento PYMP es el más vulnerable, debido a menor vigilancia de los predios y menores medios para prevención y combate de estos siniestros.

Lo anterior resulta de más interés aún si se considera que a lo largo del país existen extensas superficies de suelos forestales desarbolados y bajo fuertes procesos de erosión, los que podrían ser forestados. Un estudio realizado por la Corporación Nacional Forestal (Beltrán, 2013), identificando suelos forestales desprovistos de vegetación arbórea, concluye que entre las regiones de O'Higgins y Aysén habrían 2,63 MMha de suelos potencialmente forestables. Si este estudio hubiese incluido también las Regiones de Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana, por el norte, y la Región de Magallanes, por el sur, esta cifra excedería con mucho los 3 MMha.

Las exportaciones forestales, de acuerdo a las estadísticas de INFOR, se ven en recuperación en 2021 y se proyecta un fuerte incremento en 2022 (Álvarez & Bañados, 2022), incluso la tendencia hasta agosto

indica que podrían superar su máximo nivel histórico alcanzado en 2018 y llegar a algo más de 7.000 MMUS\$ FOB. Sin embargo, esta significativa recuperación está dada principalmente por aumentos en los precios de los productos en los mercados externos y no por un mayor volumen de estos, y no resulta sostenible en el tiempo, dada la ya comentada menor disponibilidad de madera para los próximos 20 años.

Otra situación sin duda preocupante es la casi nula participación de los bosques nativos en la producción sectorial, los que, aunque mayoritariamente degradados, contienen grandes existencias madereras que crecen a razón de más de 80 MMm³ anualmente (Sagardía *et al.*, 2021).

Buena parte de ellos está bajo conservación y protección dentro del SNASPE, y otra parte importante corresponde a bosques de protección fuera del SNASPE, para conservación de suelos en fuertes pendientes, protección de cursos de agua, o que en su composición contienen especies forestales protegidas por ley, como alerce o araucaria.

No obstante, existen varios millones de hectáreas de formaciones consideradas comerciales, principalmente de los Tipos Forestales Siempreverde, Lenga y Roble-Raulí-Coihue, que deben ser puestos en valor mediante manejo forestal sostenible, sea para rehabilitarlos y enriquecerlos mediante plantaciones suplementarias en ellos cuando su nivel de degradación es alto o, si esta degradación es menor, mediante raleos y otras intervenciones silvícolas apropiadas que permitan obtener ciertos volúmenes de madera y propiciar un mejor desarrollo futuro, favoreciendo el crecimiento del bosque y la regeneración natural.

Esto exige también una readecuación de la Ley de Bosque Nativo (N°20283 de 2008), de muy escasa aplicación hasta ahora, con el fin que los incentivos estatales al manejo de bosques nativos efectivamente cubran los costos involucrados en las diferentes intervenciones silvícolas. Estos incentivos son concursables y el presupuesto anual para operar esta ley es bajo.

De momento existe temor en los propietarios para presentar planes de manejo, dado que los incentivos son insuficientes y además no contemplan todas las actividades necesarias, por lo que ven un importante riesgo de caer en incumplimiento de los planes presentados, no recuperar la inversión efectuada y verse afectados por eventuales multas.

La puesta bajo manejo sostenible de estos recursos nativos permitiría una oferta de madera de buena calidad para la construcción, la mueblería y muchos otros usos, y generaría un importante desarrollo rural, ya que estos bosques se encuentran muy mayoritariamente en manos del segmento PYMP.

Sin embargo, esto tendría que estar acompañado de mejoramientos en las tecnologías de aserrío, de remanufactura y de secado de la madera, para asegurar la calidad de esta, y también de cambios en el paradigma de las dimensiones de la madera, desde la obtención de las trozas en el bosque hasta la comercialización de la madera aserrada y elaborada.

Tradicionalmente se usa en bosques nativos una longitud de trozas de 3,60 m, e incluso mayor, en circunstancias que pocas aplicaciones de la madera requieren tal dimensión y con esto se desperdicia madera en el bosque y se dificulta el maderero y el transporte a plantas de proceso. Esto haría necesario un estudio cuidadoso para definir dimensiones de la madera adecuadas para sus diferentes aplicaciones y acordes con lo que los bosques y las distintas especies pueden ofrecer.

Como ejemplo, en construcción, para muros o revestimientos de muros 2,20 o 2,30 m, para puertas o ventanas menores dimensiones y para mueblería piezas mucho más cortas son de gran utilidad, en especial de especies como avellano, lingue, raulí, mañío y otras muy adecuadas y apreciadas para este fin.

Existen diversas técnicas en remanufactura de gran ayuda para estas aplicaciones, como los diferentes tipos de molduras o encolados para uniones laterales, laminados encolados para uniones frontales y el sistema *finger joint* para uniones longitudinales.

El futuro de los bosques nativos considerados comerciales, está muy probablemente en el uso de madera cortas y en un mayor desarrollo e innovación en la industria secundaria de la madera, mejorándolos bajo manejo sostenible y generando valiosa madera para variadas aplicaciones.

EL BOSQUE NATIVO

Como se mencionó inicialmente, hay presencia de boques nativos en todas las regiones del país, desde poblaciones del Tipo Forestal Esclerófilo en las regiones del norte hasta los extensos bosques de diversos Tipos Forestales hacia el sur.

Superficies según Tipo Forestal y Distribución Regional

Los Tipos Forestales reciben el nombre de la o las especies dominantes en ellos, pero en general presentan combinaciones de especies y de numerosas especies en algunos casos. Estas combinaciones de especies varían a lo largo de su distribución latitudinal y altitudinal, en especial en los tipos de amplia distribución natural en el país, como Esclerófilo, Siempreverde y Roble-Raulí-Coihue.

La mayor superficie boscosa se presenta desde la región de Los Lagos a la de Magallanes, que reúnen el 67% del total, es especial la región de Aysén con el 30%. En cuanto a los Tipos Forestales, los más extensos son Siempreverde y Lenga, con el 25,3% y el 25,1% del total, respectivamente, y el 50,4% en conjunto (Cuadro 3 y Figuras 7 y 8).

Cuadro 3. Superficie de Bosques Nativos por Tipo Forestal y Región

Bosque Nativo según Región y Tipo Forestal								
Región	Arica	Tarapacá	Antofagasta	Atacama	Coquimbo	Valparaíso	Metropolitana	O'Higgins
Tipo Forestal	Superficie (ha)							
Esclerófilo	47.151	33.246	11.899	3.224	48.194	403.775	350.437	418.879
Palma Chilena						8.123	3.094	4.343
Roble - Hualo						1.132	10.348	33.187
Ciprés de la Cordillera						21	76	2.901
Siempreverde					281			
Total	47.151	33.246	11.899	3.224	48.475	413.051	363.955	459.310
Región	Maule	Ñuble	Bio Bio	La Araucanía	Los Rios	Los Lagos	Aysén	Magallanes
Tipo Forestal	Superficie (ha)							
Esclerófilo	213.631	19.390	20.755	636	203	499		
Roble - Hualo	172.737	13.375						
Ciprés de la Cordillera	12.960	6.076	18.220	13.560		19.163		
Roble - Raulí - Coihue	172.506	153.974	360.084	470.860	252.801	244.655		
Coihue - Raulí - Tapa		3.679	48.416	120.421	280.321	393.084		
Lenga	9.681	49.908	97.709	108.655	143.023	509.898	1.400.378	1.373.880
Araucaria			38.796	199.460	13.961			
Siempreverde		1.578	13.593	50.562	206.032	1.282.188	1.899.864	270.105
Alerce					7.770	208.360		
Coihue de Magallanes					4.337	126.502	939.169	888.098
Ciprés de Las Guaitecas					83	43.088	159.334	228.094
Total	581.515	247.980	597.573	964.154	908.531	2.827.437	4.398.745	2.760.177

(Fuente: Elaboración propia en base a Álvarez et al., 2022)

- Especies principales del tipo, palma chilena (*Jubaea chilensis*), araucaria (*Araucaria araucana*) y alerce (*Fitzroya cupressoides*) protegidas por ley.
- Principales tipos con presencia de bosques considerados comerciales.

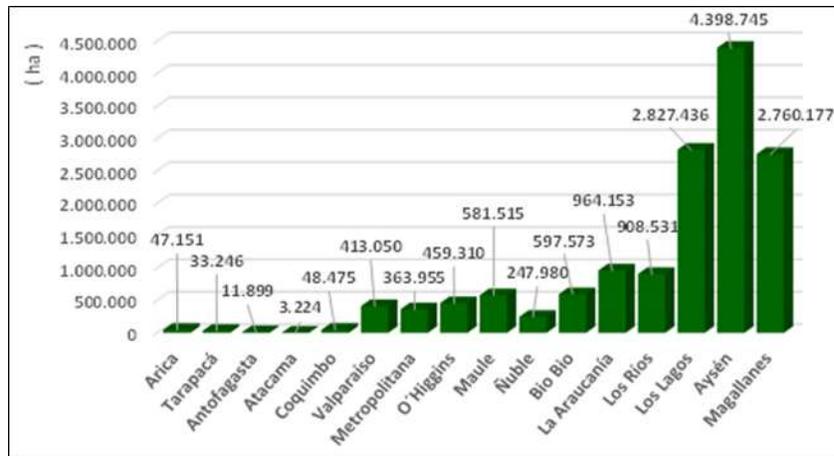


Figura 7. Bosques Nativos según Región

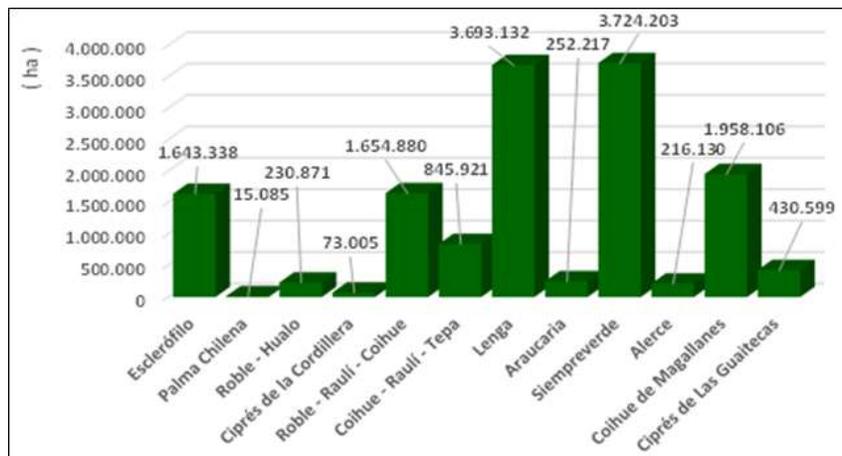


Figura 8. Bosques Nativos según Tipo Forestal

Principales Especies en los Tipos Forestales

- *Tipo Forestal Esclerófilo*

Es una formación característica de las zonas áridas y semiáridas, aunque tiene una gran distribución latitudinal, llegando hasta la región de Los Lagos. Su mayor concentración está entre las regiones de Valparaíso y Maule, con presencia principalmente de espino, quillay y litre. Muestra múltiples variaciones desde Arica hasta Los Lagos, como las formaciones de queñoa en precordillera y altiplano en el extremo norte; tamarugo y algarrobo blanco en la Pampa del Tamarugal; y algunas formaciones muy dispersas de algarrobo en las Regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana.

Se presentan combinaciones con boldo, características de las áreas costeras de las regiones de Valparaíso y O'Higgins, y con frangel, en áreas precordilleranas principalmente de la región Metropolitana. Hay asimismo combinaciones con belloto, lingue, maitén, canelo y olivillo, en quebradas y sectores más húmedos en la zona central del país.

Hacia el sur desaparecen especies como litre, espino y otras, combinándose quillay, peumo, maitén, patagua, con algunas especies de los tipos presentes en esas latitudes.

Se trata en general de formaciones de baja densidad y limitado tamaño de los árboles y se encuentran degradadas por sobreutilización para leña y carbón y por prácticas ganaderas extensivas que limitan o impiden su regeneración. Las especies de cierto interés comercial son algarrobos, tamarugo y chañar en la zona norte y quillay, espino y boldo hacia el sur.

Especies del tipo forestal Bosque Esclerófilo:

Algarrobo blanco (<i>Prosopis alba</i>)	Lingue (<i>Persea lingue</i>)
Algarrobo chileno (<i>Prosopis chilensis</i>)	Litre (<i>Lithraea caustica</i>)
Arrayán del norte (<i>Luma chequen</i>)	Maitén (<i>Maytenus boaria</i>)
Arrayán del sur (<i>Luma apiculata</i>)	Molle (<i>Schinus latifolius</i>)
Boldo (<i>Peumus boldus</i>)	Olivillo (<i>Aextoxicon punctatum</i>)
Belloto (<i>Beilshmiedia miersii</i>)	Patagua (<i>Crinodendron patagua</i>)
Canelo (<i>Drymis winteri</i>)	Peumo (<i>Cryptocarya alba</i>)
Carbonillo (<i>Cordia decandra</i>)	Pimiento (<i>Schinus molle</i>)
Chañar (<i>Geoffroea decorticans</i>)	Queñoa (<i>Polylepis tarapacana</i>)
Espino (<i>Acacia caven</i>)	Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>)
Frangel (<i>Kageneckia angustifolia</i>)	Tamarugo (<i>Prosopis tamarugo</i>)
Guayacán (<i>Porlieria chilensis</i>)	

- *Tipo Forestal Palma Chilena*

Formación característica de sectores del Valle Central y Cordillera de la Costa de la zona semiárida en las Regiones de Valparaíso y O'Higgins, con alguna presencia en la Región Metropolitana, dominada por la palma chilena, en formaciones puras o combinadas con especies del Tipo Forestal Esclerófilo, como espino, quillay y otras. Se trata de un tipo de reducida superficie, muy localizado en los sectores de Ocoa, región de Valparaíso, y Cocalán, región de O'Higgins. En tiempos pasados la especie fue intensamente explotada para producir miel de palma, producto obtenido de su savia, y hasta ahora sus frutos (cocos) son empleados en confitería y pastelería. Hoy la palma chilena es una especie protegida, ha sido declarada Monumento Natural.

Especies del tipo forestal Palma Chilena

Boldo (<i>Peumus boldus</i>)	Palma chilena (<i>Jubaea chilensis</i>)
Canelo (<i>Drymis winteri</i>)	Patagua (<i>Crinodendron patagua</i>)
Espino (<i>Acacia caven</i>)	Peumo (<i>Cryptocarya alba</i>)
Litre (<i>Lithraea caustica</i>)	Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>)
Maitén (<i>Maytenus boaria</i>)	

- *Tipo Forestal Roble – Hualo*

Domina en esta formación hualo o roble maulino, el tipo se presenta entre las regiones de Valparaíso y Biobío, alcanzando su máxima expresión en la región del Maule. Hacia el norte pueden participar en la formación roble del norte y algunas especies del Tipo Esclerófilo y hacia el sur se pueden agregar roble, raulí y coihue y otras especies de Tipos Forestales vecinos.

Especies del tipo forestal Roble-Hualo:

Arrayán del norte (<i>Luma chequen</i>)	Mañío de hojas largas (<i>Podocarpus saligna</i>)
Avellano (<i>Gevuina avellana</i>)	Olivillo (<i>Aextoxicon punctatum</i>)
Boldo (<i>Peumus boldus</i>)	Patagua (<i>Crinodendron patagua</i>)
Canelo (<i>Drymis winteri</i>)	Pitao (<i>Pitavia punctata</i>)
Ciprés de la cordillera (<i>Austrocedrus chilensis</i>)	Queule (<i>Gomortega queule</i>)
Coihue (<i>Nothofagus dombeyi</i>)	Radal (<i>Lomatia hirsuta</i>)
Hualo (<i>Nothofagus glauca</i>)	Raulí (<i>Nothofagus alpina</i>)
Lingue (<i>Persea lingue</i>)	Roble (<i>Nothofagus obliqua</i>)
Litre (<i>Lithraea caustica</i>)	Roble del norte (<i>Nothofagus macrocarpa</i>)

- *Tipo Forestal Ciprés de la Cordillera*

La especie que lo caracteriza es la conífera ciprés de la cordillera, ocupa una larga faja en la precordillera andina desde la zona central del país, región Metropolitana, hasta el sur de la región de Los Lagos.

Dada la extensa distribución latitudinal del tipo, la especie principal se puede presentar combinada con diversas otras de los Tipos Forestales colindantes.

Especies del tipo forestal Ciprés de la Cordillera:

Ciprés de la cordillera (<i>Austrocedrus chilensis</i>)

- *Tipo Forestal Roble - Raulí - Coihue*

Las especies dominantes son roble, raulí y coihue, principalmente en formaciones de segundo crecimiento, originadas en rebrotes después de incendios o de cortas anteriores. El tipo se extiende entre las regiones del Maule y Los Lagos y presenta subtipos de norte a sur en que dominan estas tres especies o coihue, regiones del Maule y Biobío, o roble, regiones del Maule a Los Lagos. Cabe destacar que en este tipo dominan ya tres de las principales especies del bosque nativo chileno, considerando su porte, su abundancia relativa y el valor económico de sus maderas, en especial raulí. Además, esta formación es la cuarta de mayor extensión con una superficie cercana a 1,6 MMha y una buena proporción de bosques considerados comerciales.

Especie del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue:

Arrayán del sur (<i>Luma apiculata</i>)	Olivillo (<i>Aextoxicon punctatum</i>)
Avellano (<i>Gevuina avellana</i>)	Radal (<i>Lomatia hirsuta</i>)
Coihue (<i>Nothofagus dombeyi</i>)	Raulí (<i>Nothofagus alpina</i>)
Fuinque (<i>Lomatia ferruginea</i>)	Roble (<i>Nothofagus obliqua</i>)
Laurel (<i>Laurelia sempervirens</i>)	Tepa (<i>Laureliopsis philippiana</i>)
Luma (<i>Amomyrtus luma</i>)	Tino (<i>Weinmania trichosperma</i>)
Mañío de hojas largas (<i>Podocarpus saligna</i>)	Trevo (<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>)
Mañío macho (<i>Podocarpus nubigenus</i>)	

- *Tipo Forestal Coihue - Raulí – Tepa*

Formación natural que se distribuye entre el sur de la región del Biobío y la región de Los Lagos. Dominan en ella coihue, raulí y tepa, y varía en subtipos en los que puede presentarse como dominante coihue sin presencia de las otras y puede aparecer roble o coihue y tepa sin presencia de raulí.

Especies del tipo forestal Coihue-Raulí-Tepa:

Coihue (<i>Nothofagus dombeyi</i>)	Raulí (<i>Nothofagus alpina</i>)
Mañío de hojas largas (<i>Podocarpus saligna</i>)	Roble (<i>Nothofagus obliqua</i>)
Mañío macho (<i>Podocarpus nubigenus</i>)	Tepa (<i>Laureliopsis philippiana</i>)
Lenga (<i>Nothofagus pumilio</i>)	Tino (<i>Weinmania trichosperma</i>)
Olivillo (<i>Aextoxicon punctatum</i>)	Ulmo (<i>Eucryphia cordifolia</i>)

- *Tipo Forestal Siempreverde*

Se trata de la formación natural más extensa, supera los 3,72 MMha entre las regiones de Ñuble y Magallanes, aunque fuertemente concentrada (3,2 MMha) en las regiones de Los Lagos y Aysén.

Presenta varios subtipos dentro de su distribución, incluyendo formaciones aisladas de olivillo en las regiones de Coquimbo y Valparaíso y formaciones de tepú entre las regiones del Biobío y Magallanes. Incluye también renovales de canelo, principalmente en la región de Los Lagos, y bosques con dominancia de *Myrtaceas*, como luma, meli y arrayán del sur, entre las regiones del Maule y Aysén, principalmente región de Los Lagos.

Se suma el subtipo Siempreverde, muy característico de la región de Los Lagos. En diferentes sectores pueden dominar la formación diversas especies, como ulmo, laurel, tineo, mañío macho, ciruelillo, canelo, radial, avellano, lingue y olivillo. Finalmente se agregan los extensos bosques del sub tipo Coihue de Chiloé en que domina coihue de Chiloé en las regiones de Los Lagos y Aysén.

Especies del tipo forestal Siempreverde:

Arrayán del sur (<i>Luma apiculata</i>)	Mañío macho (<i>Podocarpus nubigenus</i>)
Avellano (<i>Gevuina avellana</i>)	Meli (<i>Amomyrtus meli</i>)
Canelo (<i>Drymis winteri</i>)	Olivillo (<i>Aextoxicon punctatum</i>)
Ciruelillo (<i>Embothrium coccineum</i>)	Radal (<i>Lomatia hirsuta</i>)
Coihue (<i>Nothofagus dombeyi</i>)	Roble (<i>Nothofagus obliqua</i>)
Coihue de Chiloé (<i>Nothofagus nítida</i>)	Tepa (<i>Laureliopsis phillipiana</i>)
Laurel (<i>Laurelia sempervirens</i>)	Tepú (<i>Tepualia stipularis</i>)
Lingue (<i>Persea lingue</i>)	Tiaca (<i>Caldecluvia paniculata</i>)
Luma (<i>Amomyrtus luma</i>)	Tino (<i>Weinmania trichosperma</i>)
Mañío de hojas largas (<i>Podocarpus saligna</i>)	Trevo (<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>)
Mañío hembra (<i>Saxegothea conspicua</i>)	Ulmo (<i>Eucryphia cordifolia</i>)

- *Tipo Forestal Lengua*

Formaciones en las que la especie característica y dominante es lengua y constituyen el segundo tipo de mayor extensión en el país (3,69 MMha) después del Siempreverde. El tipo ocurre entre las regiones del Maule y Magallanes, en zonas altas de precordillera andina en la parte norte y hasta el nivel del mar hacia el sur. Su mayor concentración está desde la región de Los Lagos al sur. Presenta subtipos caracterizados por formaciones puras de lengua o acompañadas de ñirre, que son las más importantes, y por combinaciones con coihue de Magallanes o con coihue. Existe además una variante representada por formaciones puras de ñirre, en las que puede haber participación de roble, coihue o coihue de Magallanes e incluso de araucaria.

Especies del tipo forestal Lengua:

Araucaria (<i>Araucaria araucana</i>)	Lengua (<i>Nothofagus pumilio</i>)
Coihue de Magallanes (<i>Nothofagus betuloides</i>)	Ñirre (<i>Nothofagus antarctica</i>)
Coihue (<i>Nothofagus dombeyi</i>)	Roble (<i>Nothofagus obliqua</i>)

- *Tipo Forestal Araucaria*

Bosques presentes en las regiones del Biobío a Los Ríos, principalmente en la de La Araucanía, donde la especie dominante es araucaria o pehuén, en formaciones puras, o acompañada por especies como coihue y ñirre.

Sus localizaciones son bastante definidas, apareciendo en la Cordillera de la Costa del sur de la Región del Biobío y en sectores del interior de la Región de La Araucanía, principalmente entre Lonquimay y Villarrica.

La especie principal, la araucaria, está protegida, fue declarada Monumento Natural.

Especies del tipo forestal Araucaria:

Araucaria (<i>Araucaria araucana</i>)	Lengua (<i>Nothofagus pumilio</i>)
Canelo (<i>Drymis winteri</i>)	Ñirre (<i>Nothofagus antarctica</i>)
Coihue (<i>Nothofagus dombeyi</i>)	Roble (<i>Nothofagus obliqua</i>)

- *Tipo Forestal Alerce*

El tipo es exclusivo de la región de Los Lagos, se distribuye en áreas de la Cordillera de la Costa en Osorno, Llanquihue y Chiloé, y en áreas interiores de Llanquihue y Palena.

Su especie característica y dominante es alerce, acompañada por algunas especies de los tipos vecinos. La especie principal, alerce, está protegida, fue declarada Monumento Natural.

Especies del tipo forestal Alerce:

Alerce (<i>Fitzroya cupressoides</i>)	Mañío de hojas largas (<i>Podocarpus saligna</i>)
Arrayán del sur (<i>Luma apiculata</i>)	Mañío macho (<i>Podocarpus nubigenus</i>)
Canelo (<i>Drymis winteri</i>)	Ñirre (<i>Nothofagus antarctica</i>)
Coihue (<i>Nothofagus dombeyi</i>)	Tineo (<i>Weinmania trichosperma</i>)
Fuinque (<i>Lomatia ferruginea</i>)	

- *Tipo Forestal Coihue de Magallanes*

Es el tercer tipo de mayor extensión en el país (1,98 MMha), ocurre desde la región de Los Lagos a la de Magallanes y es dominado por la especie que le da el nombre, coihue de Magallanes, acompañada de otras de los tipos vecinos.

Especies del tipo forestal Coihue de Magallanes:

Ciruelillo (<i>Embothrium coccineum</i>)	Mañío de hojas largas (<i>Podocarpus saligna</i>)
Coihue (<i>Nothofagus dombeyi</i>)	Mañío macho (<i>Podocarpus nubigenus</i>)
Coihue de Magallanes (<i>Nothofagus betuloides</i>)	Tineo (<i>Weinmania trichosperma</i>)
Lenga (<i>Nothofagus pumilio</i>)	

- *Tipo Forestal Ciprés de las Guaitecas*

Importante formación natural que se distribuye en áreas costeras desde el sur de la región de Los Ríos hasta la región de Magallanes, mayoritariamente en esta última, y es dominada por ciprés de las Guaitecas.

Especies del tipo forestal Ciprés de las Guaitecas.

Ciprés de las Guaitecas (<i>Pilgerodendron uviferum</i>)	Coihue de Magallanes (<i>Nothofagus betuloides</i>)
Coihue de Chiloé (<i>Nothofagus nitida</i>)	Canelo (<i>Drymis winteri</i>)
Mañío de hojas largas (<i>Podocarpus saligna</i>)	Ñirre (<i>Nothofagus antarctica</i>)
Mañío macho (<i>Podocarpus nubigenus</i>)	Tineo (<i>Weinmania trichosperma</i>)

Requerimientos de Manejo

La situación de los bosques nativos en la actualidad, sus niveles de degradación, el permanente ingreso de ganado que limita o impide su regeneración natural, la insustentable extracción de leña, su nula participación en la producción maderera y las presiones negativas impuestas por el cambio climático hacen sin duda necesario considerar su manejo con fines de conservación, protección y producción. Los primeros dos objetivos estarían en buena parte cumplidos por el SNASPE, las especies bajo protección especial y las restricciones de intervenciones en bosque considerados de protección. Sin embargo, más allá de la conservación y protección muy escasas medidas se han tomado para la recuperación de los bosques nativos del país, en circunstancias que todos los tipos forestales en mayor o menor medida las requieren.

INFOR ha desarrollado técnicas de manejo para diferentes Tipos Forestales que buscan la rehabilitación de los bosques, mejorar su regeneración y desarrollo, y ponerlos en valor con cierta producción maderera, no obstante, los costos involucrados y el temor de los propietarios, muy mayoritariamente del segmento PYMP, a efectuar inversiones con retornos en el mediano y largo plazo han impedido que estas técnicas puedan tener cierta masificación en su aplicación. Esto pese a los incentivos que el Estado ofrece a través de la Ley de Bosque Nativo de 2008, de muy escasa aplicación hasta ahora por razones antes comentadas.

Entre las alternativas para la rehabilitación de bosques degradados están las plantaciones suplementarias, técnica orientada a reponer mediante plantación las principales especies en un Tipo Forestal con fines de producción maderera a futuro. Se trata de una técnica de manejo que puede ser aplicable a cualquier Tipo Forestal, con variantes dependientes de su nivel de degradación, sus principales especies y su ubicación geográfica. INFOR desarrolló una valiosa experiencia al respecto, con el apoyo del Fondo de Investigación para el Bosque Nativo (FIBN de CONAF), en un bosque del Tipo Forestal Siempreverde muy degradado por intervenciones extractivas del pasado, en el predio Pumillahue, de propiedad de CONAF, en la región de Los Ríos, y a continuación se presenta una reseña de esta técnica con énfasis en su conceptualización y en los costos que involucra.

COSTOS REHABILITACIÓN DE BOSQUE SIEMPREVERDE DEGRADADO MEDIANTE PLANTACIONES SUPLEMENTARIAS

La determinación de los costos de establecimiento de plantas para la rehabilitación de un bosque es de gran importancia para orientar una definición o adecuación de instrumentos de fomento e incentivos para esta actividad por parte del Estado, a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). Esta determinación de costos también puede ser de utilidad para quienes adquieran obligaciones de compensaciones ambientales.

Se presenta el caso de métodos de establecimiento de vegetación arbórea en bosques degradados del tipo Siempreverde localizados en el predio Pumillahue en la comuna de San José de la Mariquina en la región de Los Ríos. Los sectores a plantar corresponden a suelos invadidos por quilantales (*Chusquea quila*) con una cobertura de 100%. A diferencia de los procedimientos tradicionalmente empleados, se pone énfasis en algunas consideraciones genéticas de importancia para asegurar el establecimiento exitoso y garantizar la permanencia del material plantado en el largo plazo.

Descripción del Trabajo

Con el fin de asegurar el éxito de estas plantaciones suplementarias es preciso caracterizar el bosque en donde se hará el trabajo en cuanto a su nivel de degradación, presencia de regeneración natural y especies que lo componen. En el caso del sector en estudio, la cobertura del quilantal, la ausencia de regeneración natural y la escasez o ausencia de árboles adultos indica una alta degradación. Se recurre entonces a la ubicación y caracterización de un ecosistema de referencia de este Tipo Forestal en la zona, información con la cual se definen las especies estructurales a incluir en la plantación suplementaria, seleccionando así a olivillo, lingue, roble, tepa y ulmo.

El paso siguiente es la obtención de las semillas y estas deben ser adecuadas para los fines de la plantación en cuestión y no emplear para esta, como frecuentemente ocurre, plantas eventualmente disponibles en diversos viveros sobre las cuales no existe mayor información sobre su origen.

El método propuesto en este caso se inicia con la selección de los árboles donantes de la semilla, las madres, que preferentemente deben corresponder a la misma zona de procedencia donde serán establecidas las plantas, de modo de asegurar la supervivencia de estas y evitar la contaminación de procedencias y poblaciones locales de las especies, la cual puede tener consecuencias no deseadas en el largo plazo, difícilmente predecibles dada la longevidad de las especies forestales nativas. Un buen apoyo para esto son las procedencias para especies nativas definidas por INFOR en 2014 (Quiroz & Gutiérrez, 2014).

Se establece así un Ruta Semillera en donde para las distintas especies se ubican árboles adultos, con distancias mínimas entre los ejemplares de igual especie para evitar consanguinidad (30 - 50 m), considerando al menos 10 ejemplares madre por especie. Existen diversos métodos de colección de semillas, como escalar los árboles y otros, pero en este caso fueron extendidas mallas Raschell de 20 m² soportadas por estacas a 1 m del suelo bajo los árboles madre.

La producción de semillas de las especies seleccionadas ocurre en un periodo de 3 a 4 meses (verano y otoño). De modo de resguardar la semilla de posibles depredadores la recolección de semillas desde las mallas fue cada 15 días y luego fue enviada a laboratorio para su limpieza, secado y resguardo para su posterior utilización en la producción de plantas. La semilla recolectada fue rotulada con especie, árbol madre y fecha de cosecha.

Se asegura de este modo procedencia adecuada para una buena supervivencia y desarrollo de la plantación, y diversidad genética intraespecífica que es un factor clave para la adaptación a las cambiantes condiciones ambientales que está generando el cambio climático. Además, se trata de especies madereras valiosas para una producción futura.

El estudio del predio Pumillahue, que tiene una superficie total de 686,9 ha, permitió determinar que 236,5 ha corresponden a plantaciones, 349,6 ha a bosque nativo, 83,8 ha a protección, 7,6 ha a caminos y 9,4 ha a otros usos. El bosque del Tipo Forestal Siempreverde que se encuentra en el predio es del Subtipo con Intolerantes Emergentes y las especies dominantes son roble, olivillo, tepa, laurel y ulmo.

Se considera que el 50% del bosque nativo presente en el predio se encuentra degradado (aproximadamente 170 ha) por intervenciones extractivas no sostenibles realizadas hace unos 50 años y por la posterior invasión del quilantal.

El trabajo de rehabilitación se enfrentó mediante plantaciones en fajas de 1 m de ancho practicadas en el quilantal (extracción total de la quila) y separadas a 3 m (control de altura de la quila a 10 a 15 cm), con densidades de plantación de 600; 900 y 1.600 árb/ha y se plantearon diversos escenarios para la determinación de costos suponiendo la rehabilitación del 20, 50 y 100% de la superficie de bosque degradado del predio (detalles de este trabajo en [Molina & Barros, 2021](#)). Las plantas fueron producidas en contenedor, en una temporada, en el vivero de INFOR en Concepción. En la plantación se emplearon protecciones individuales de tela Raschell con tres estacas como soporte.

La experiencia reunida en este predio indica muy buenos resultados de supervivencia de plantas (>90%) y un buen desarrollo inicial de estas (Ej. Ulmo con alturas cercana a 5 m en cuatro años). Sobre esta base, en el presente trabajo se intenta una estimación de costos por hectárea de plantación suplementaria para una mayor amplitud de situaciones de bosques degradados, considerando las posibilidades del segmento pequeños propietarios (<200 ha) y asumiendo una densidad de plantación de 600 pl/ha, densidad contemplada en la Tabla de Valores 2020 publicada por CONAF (2020) (DT N°239) en el marco de la Ley de Bosque Nativo (Ley N° 20.283 de 2008).

De acuerdo con esta Tabla de Valores, las posibilidades de bonificación para una intervención de estas características son de 10 UTM²¹/ha para la plantación y 0,38 UTM/ha para limpiezas posteriores, más algunos valores adicionales para cortafuegos y cercos que están definidos en UTM/km, razón por la que solo pueden ser definidos para cada predio a intervenir en particular.

En consecuencia, para el tema en cuestión podría obtenerse básicamente una bonificación total de \$ 529.152/ha según el valor de la UTM de enero 2021, momento en el que se efectuaron las estimaciones de costos del presente trabajo.

Determinación de Costos por Etapas

- *Etapas 1: Caracterización del Predio donde se Desarrollará la Rehabilitación*

En esta etapa se caracteriza el predio, su superficie total, sus bosques, la degradación de estos, su estructura, la composición de especies, se busca en la zona un ecosistema de referencia que guíe en la definición de las especies a emplear y se decide con el propietario la superficie a rehabilitar mediante la plantación suplementaria. En el caso de Pumillahue, predio de 687 ha, esta etapa tuvo un costo de \$ 1.140.000, con la participación de un experto y un botánico y la elaboración de los respectivos informes.

²¹ Enero 2021. 1 UTM: \$ 50.978

- *Etapa 2: Selección de árboles madre y cosecha de semillas*

La etapa contempla la selección de los árboles madre para la provisión de semillas con las consideraciones genéticas antes indicadas, la instalación de las estructuras para su recolección, los materiales para esto, y la mano de obra y supervisión técnica necesaria. En la rehabilitación efectuada en Pumillahue el valor de la etapa fue de \$ 1.782.600.

- *Etapa 3: Producción de plantas*

Las semillas fueron transportadas al vivero de INFOR en Concepción donde se efectuó la producción de las plantas. Los costos de esta etapa fueron los indicados en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Costo Producción de Plantas

Ítem	Unidades (N°)	Costo/Unidad (\$)	Total (\$/ha)
Almacigueras 84 cavidades 130 cc	9	3.213	28.917
Sustrato + traslado (1 m ³ = 72 almacigueras)	0,15	35.000	5.250
Siembra y repique (30 almacigueras/día) (J)	0,5	24.000	12.000
Fertilizantes (kg)	2,1	3.000	6.300
Control de malezas (J)	1,4	24.000	33.600
Supervisión (J)	0,5	24.000	12.000
Ganancia vivero comercial (40%)			39.227
Total			137.294
(J: Jornada) (Pérdida o descalificación en vivero de 20%)	Costo/planta	229	

En el cálculo de los costos para la producción de las especies seleccionadas se agregó un porcentaje de ganancia que es el que tendría un vivero particular, con el fin de asimilarlos al precio de mercado, y se estima un valor medio, aunque distintas especies puedan tener precios de comercialización diferentes para las plantas.

Dados los costos involucrados y la capacidad técnica necesaria, estas primeras tres etapas no podrían ser abordadas por pequeños y medianos propietarios, considerando además que buena parte de ellas muy probablemente tendrán que ser desarrolladas fuera de sus predios, en especial la cosecha de semillas y la producción de plantas. En consecuencia, para intentar una cierta masificación de la rehabilitación de bosques degradados, al menos inicialmente, resulta indispensable el apoyo del Estado con asistencia técnica, centros de semillas y viveros que produzcan las plantas adecuadas.

Sobre la base de la experiencia reunida en el predio Pumillahue, con el apoyo del FIBN u otras fuentes de financiamiento para resolver estas primeras etapas, INFOR podría desarrollar un plan piloto en bosques siempreverde con un grupo de propietarios, que por propia gestión aborden las etapas siguientes, partiendo desde la compra de plantas.

Esta es la situación que podría darse a futuro si estos trabajos pueden en alguna medida masificarse y se propicia el surgimiento de viveros que puedan ofrecer provisiones de plantas adecuadas. Para hacer esto posible, paralelamente debe ser reestudiado el tema de las bonificaciones de la Ley de Bosque Nativo y establecer un sistema de créditos de enlace de INDAP.

- *Etapa 4: Elaboración de fajas*

El sector a rehabilitar en el caso de Pumillahue corresponde a un quilantal denso y vigoroso donde no se observa regeneración natural y puede ser considerado como un terreno con un nivel de degradación máximo dado que la densidad de la especie invasora no permite la presencia de otra vegetación.

Para la plantación se abrieron fajas de 1 m de ancho, en las que la quila se eliminó totalmente, separadas entre ellas por 3 m, en donde la quila solo fue controlada en su altura, manteniéndola entre 10 a 15 cm. Se emplearon herramientas manuales y después se repasó la quila con desbrozadora en la faja de plantación. Los costos de esta faena fueron los indicados en el Cuadro 5.

Cuadro 5- Costos Elaboración de Fajas

Ítem	Costo/Unidad (\$)	Total (\$/ha)
Mano de obra (24 jornadas)	24.000	672.000
Herramientas menores, combustible	5.000	5.000
Total		677.500

- *Etapa 5: Plantación*

Experiencias llevadas a cabo por INFOR indican que la plantación con especies nativas con protección inicial tiene una mayor supervivencia y desarrollo de las plantas. Para la protección individual de las plantas se utilizó malla Rachell (50%) y 3 tutores para su sujeción. La protección utilizada se espera cumpla varias funciones, como reducción de la insolación, protección contra animales menores, especialmente pudú, y eventualmente contra heladas, además de la disminución de malezas en torno al cuello de las plantas. Lo costos de esta faena son los indicados en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Costos Plantación

Ítem	Unidades (N°)	Costo/Unidad (\$)	Total (\$/ha)
Transporte de plantas	1	50.000	50.000
Mano de obra (transporte, casillas, plantación, fertilización y protección) 100 plantas/día (J)	6	24.000	144.000
Fertilizantes lenta entrega 50 g/planta (saco 20 kg)	1,5	52.000	78.000
Protección planta. Malla	600	251	150.600
Protección planta. 3 tutores	1.800	132	237.600
Total			660.200

(J: Jornada)

- *Etapa 6: Mantenimiento de fajas y replante*

Los costos estimados en este caso se refieren al control del desarrollo de la quila y si fuese necesario de la vegetación competidora que pueda prosperar en torno al cuello de las plantas, labor que se estima debe ser anual hasta el año 5. Se contempla, en el año 2, la reposición de plantas muertas y se estima que este replante puede alcanzar a un 10% de las plantas iniciales. Los costos estimados para esta etapa son los indicados en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Costos Mantenición Año 2.

Ítem	Año 2	Unidades (N°)	Costo/Unidad (\$)	Total (\$/ha)
Mano de obra control altura de quila (J)		12	24.000	288.000
Herramientas menores, combustible			5.000	5.000
Replante, fertilizante y protección			108.360	108.360
Total				401.360
Ítem	Años 3 a 5			
Mano de obra control altura de quila (J)		6	24.000	144.000
Herramientas menores, combustible			5.000	5.000
Total				149.000

Resumen de Costos Rehabilitación en Pumillahue

Los costos involucrados en los trabajos de rehabilitación de bosque Siempreverde degradado mediante plantación suplementaria de 600 árb/ha en el predio Pumillahue se encuentran resumidos en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Resumen Costos Rehabilitación en Pumillahue.

Etapa	Costo (\$)
1.- Caracterización del predio donde se desarrollará la rehabilitación	1.140.000
2.- Selección de árboles madre y cosecha de semillas	1.782.600
Total	2.922.600
Etapa	Costo (\$/ha)
3.- Producción de plantas	137.294
4.- Elaboración de Fajas	677.500
5.- Plantación	660.200
6.- Mantenión de fajas y replante Año 2	401.360
7.- Mantenión de fajas Años 3 a 5	447.000
Total	2.323.354

Estimación de Costos de Rehabilitación para Segmento PYMP

El segmento PYMP podría abordar trabajos similares, enfrentando situaciones muy variables según tipo forestal y nivel de degradación, especies a emplear, ubicación geográfica y costos involucrados en cada etapa de las intervenciones de rehabilitación mediante plantaciones suplementarias. Esto hace necesario revisar etapa a etapa la experiencia de Pumillahue y ver cómo enfrentar cada una de ellas ante las variadas situaciones que puede encontrar este segmento de propietarios en iniciativas de rehabilitación de bosques degradados.

Todas las etapas condicionan el éxito de estas intervenciones, pero las etapas iniciales son clave para la supervivencia y desarrollo de las plantaciones y para la capacidad de adaptación de estas nuevas poblaciones a las cambiantes condiciones ambientales generadas por el cambio climático.

Si no se utiliza material genético adecuado y plantas de buena calidad, estas plantaciones están destinadas al fracaso. La apropiada selección de procedencias y la recolección de semillas, asegurando que contengan una buena variabilidad genética, y el uso de buenas técnicas de producción de plantas son factores determinantes para el éxito de estos trabajos.

- *Etapa 1: Caracterización del predio*

Considerando que normalmente se tratará de superficies reducidas, esta etapa puede ser abordada por el segmento PYMP, pero requerirá de la asistencia técnica adecuada que será considerada en la estimación de costos, la cual apoyará esta etapa y las posteriores, incluida la presentación del correspondiente Plan de Manejo a los concursos de la Ley de Bosque Nativo.

- *Etapas 2 y 3: Selección de árboles madre, cosecha de semillas y producción de plantas*

Los costos y complejidades técnicas de estas etapas son limitantes que muy difícilmente podrían enfrentar los pequeños y medianos propietarios, en especial los primeros. Este segmento de propietarios normalmente no tiene los conocimientos o experiencia para la colecta de semillas y su manejo, y menos aún para la producción de plantas de diferentes especies.

Al menos inicialmente, el Estado, a través de programas de sus instituciones del Agro, tendría que apoyar con la provisión de plantas apropiadas. En consecuencia, esta estimación de costos se iniciará con la compra de plantas, provistas por el Estado o por terceros, por un valor unitario como el definido en el caso de Pumillahue.

- *Etapa 4: Elaboración de fajas para la plantación*

Como se mencionó anteriormente, en esta etapa se podrá enfrentar situaciones muy variadas en cuanto a la intensidad de trabajo y el costo de preparación de las fajas para la plantación.

El caso de Pumillahue involucró un alto costo dada la completa invasión de los quilantales, pero para ampliar la estimación de costos a diferentes situaciones se considerarán tres alternativas, dadas por una situación de Limpia Intensa, Limpia Moderada y Limpia Menor, con costos equivalentes al 100%, el 50% y el 25%, respectivamente de los determinados en Pumillahue.

- *Etapa 5: Plantación*

Se trata de una etapa compleja que abarca la confección de casillas de plantación, la plantación, la aplicación de dosis de fertilizante y la preparación e instalación de las protecciones individuales. El costo de la etapa será el mismo determinado en Pumillahue.

- *Etapa 6: Mantenimiento de fajas y replante Año 2*

Para la mantención de fajas se consideran alternativas acordes con los supuestos de costos de la etapa 4; Limpia intensa, Limpia Moderada y Limpia Menor, con iguales porcentajes respecto de los costos definidos en Pumillahue. En cuanto al replante se considera igual costo que en Pumillahue.

- *Etapa 7: Mantenimiento de fajas Años 3 a 5*

Para estas etapas se mantienen los supuestos de costos de la etapa anterior, en cuanto a la mantención de las fajas, pero para Limpia Intensa la mantención se repite los años 3 a 5, para Limpia Moderada en el año 3 años y para Limpia Menor bastaría con el trabajo ya realizado en la etapa anterior.

Revisadas las etapas es posible efectuar la estimación de costos indicada en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Estimación de Costos de Rehabilitación para el Segmento PYMP

Ítem	Limpia Intensa	Limpia Moderada	Limpia Menor
	(\$/ha)		
Compra de Plantas	137.294	137.294	137.294
Elaboración de fajas	677.500	338.750	169.375
Plantación	660.200	660.200	660.200
Mantención de fajas y replante año 2	401.360	254.860	181.610
Mantención de Fajas año 3	149.000	74.500	
Mantención de Fajas año 4	149.000		
Mantención de Fajas año 5	149.000		
Asistencia Técnica	232.335	146.560	114.848
Total	2.555.689	1.612.164	1.263.327

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado del fin de los incentivos estatales a la forestación en 2012 y de los recurrentes incendios forestales que afectan al país, se ha reducido la disponibilidad de madera y el sector forestal ve detenido su crecimiento y desarrollo. Un nivel de corta de madera para fines industriales como el del año 2018 no volverá a alcanzarse en los próximos 20 años, con su consecuente efecto negativo en la producción, en las exportaciones y en la pyme maderera. Hasta el año 2010 se forestaban anualmente en promedio más de 50 Mha, ya en 2015 esta cifra había caído a 3 Mha y en 2021 a solo 600 ha.

Las plantaciones forestales proveen el 99,7% de la madera para la industria y el bosque nativo en tanto prácticamente no participa en la producción, en 2021 solo el 0,3% del volumen generado proviene de este recurso.

Parece de evidente conveniencia reponer los incentivos estatales a la forestación de pequeños y medianos propietarios y hacerlos extensivos a la recuperación de plantaciones quemadas, ya que este segmento de propietarios queda descapitalizado y no puede enfrentar los costos de una nueva plantación. Más aún si se tiene presente que en el país hay extensas superficies de suelos forestales desarbolados y bajo fuertes procesos erosivos, que potencialmente están disponibles para ser forestados, protegiéndolos y habilitándolos así para la producción, para fijar importantes cantidades de carbono y para generar desarrollo rural.

Respecto de los bosques nativos, se trata de un recurso abundante que está principalmente en manos del segmento PYMP, el cual, aunque mayoritariamente fragmentado y con distintos niveles de degradación debido a las malas prácticas del pasado, debe ser puesto bajo manejo forestal sostenible, con fines productivos cuando sus niveles de degradación son menores, o con fines de rehabilitación y recuperación cuando la degradación es más severa. Este recurso puede proporcionar importantes volúmenes de madera de muy buena calidad para variados usos, como la construcción, la mueblería y otros.

Múltiples situaciones se podrán enfrentar para el manejo de los bosques nativos según Tipo Forestal, ubicación geográfica, nivel de degradación, especies principales, topografía y otros factores. Habrá casos en que las especies principales ya no están presentes, o los suelos hayan sido invadidos por vegetación invasora como quila u otras, y será necesaria su rehabilitación. Habrá otros casos en que la degradación no es tan severa, existan árboles adultos o renovales, hay regeneración natural, y con técnicas silvícolas apropiadas los bosques pueden ser manejados para su mejoramiento y puesta en producción.

Una forma de enfrentar la rehabilitación de bosques degradado es el establecimiento de plantaciones suplementarias que repongan en presencia y abundancia las especies principales de estos y mejoren su estructura y valor a futuro, sin embargo, estas intervenciones son de costos elevados y un factor muy gravitante en estos costos son los trabajos necesarios para abrir espacio para el establecimiento de las

plantas. Además, factor clave para el éxito de esta técnica es el empleo de materia genético adecuado, esto es procedencias idóneas para el lugar a plantar, así como semillas que aseguren variabilidad genética intraespecífica, variabilidad que asegura la capacidad de adaptación de la nueva población a las cambiantes condiciones ambientales que está imponiendo el cambio climático.

Usando como base una experiencia reciente y exitosa de INFOR empleando plantaciones suplementarias en un bosque siempreverde con extremo nivel de degradación, cuyos costos fueron definidos, se efectuó ahora una estimación de costos de rehabilitación para el segmento PYMP para situaciones alternativas en lo referente principalmente al trabajo necesario para abrir fajas para la plantación, alternativas que representarían situaciones de bosque con niveles menores de degradación.

La selección de zonas de procedencias, la cosecha y manejo de semilla adecuada y la producción de plantas de buena calidad son aspectos que, por su costo y complejidad técnica, muy difícilmente podrían enfrentar los pequeños y medianos propietarios. Por tal razón, para enfrentar un programa relevante de rehabilitación de bosques degradados en el país, la provisión de semillas y plantas adecuadas tendría que ser propiciada, al menos inicialmente, por el Estado a través de programas de sus instituciones del Agro, que puedan ofrecer las plantas requeridas por las iniciativas de rehabilitación de bosques degradados del segmento PYMP.

Los costos de las alternativas planteadas (Cuadro 9) resultaron en \$2.555.689/ha, \$1.612.164/ha y \$1.263.327/ha. De acuerdo con la Tabla de Valores publicada por CONAF (2020), la posible bonificación a que podrían aspirar los propietarios para el caso de las plantaciones suplementarias es actualmente de \$ 634.810/ha, más algo adicional por concepto de cercos y de elaboración y mantención de cortafuegos, valores que habría que definir caso a caso conociéndose la superficie a rehabilitar. En consecuencia, la Ley de Bosque Nativo en su estado actual podría cubrir mediante sus bonificaciones aproximadamente el 21%, el 33% y 42%, respectivamente, de los costos totales estimados para las rehabilitaciones.

Lo anterior resalta una vez más que la Ley N° 20.283, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal del año 2008, que tan escasa aplicación ha tenido en 14 años, debe ser reestudiada y ajustada a la realidad. Las bonificaciones en este caso deben ser del 100% de los costos, ya que los propietarios estarían invirtiendo a largo plazo, obteniendo en el corto plazo solo una cierta revalorización de sus predios y sus bosques, y en el caso que desarrollen la rehabilitación por gestión directa, el pago por las jornadas trabajadas. Se espera que la estimación de costos realizada (Cuadro 9) resulte un aporte para estos efectos. Complementariamente sería necesario restablecer el sistema de créditos de enlace que operaba INDAP para apoyar los trabajos de los propietarios hasta obtener la bonificación de esta ley.

REFERENCIAS

- Álvarez, V., Poblete, P., Soto, D., Gysling, J., Kahler, C. et al. (2022).** Anuario Forestal 2022. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 187. 273 p. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/32501>
- Álvarez, V. & Bañados, J.C. (2022).** Exportaciones Forestales Enero - Agosto 2022. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico, septiembre 2022. 48 p. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/32052>
- Beltrán, K. (2013).** Superficie Potencial Forestable de las Regiones de O'Higgins a Aysén. Corporación Nacional Forestal. Gerencia Forestal. 275 p.
- Büchner, C., Martín, M., Sagardía, R., Avila, Alberto; Molina, Eduardo et al. (2018).** Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pino Radiata y Eucalipto (2017-2047). Santiago, Chile: INFOR. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/28294>
- CONAF. (2020).** Tabla de Valores 2020. Ley N°20.283 sobre recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal En: <https://www.conaf.cl/cms/editorweb/chifo/DT239.pdf>
- INFOR. (1992).** Estadísticas forestales 1991. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 26. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/6105>

INFOR. (2002). Estadísticas Forestales 2001. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N° 84. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/6374>

Molina, M.P. & Barros, S. (2021). Determinación de Costos de Plantación y Mantenimiento Inicial en la Rehabilitación de un Bosque Siempreverde Degradado. En: Ipinza, R., Gutiérrez, B., Molina, M. & Barros, S. (Eds). Buenas Prácticas y Consideraciones Genéticas para Recuperación de Bosques Nativos Degradados. Instituto Forestal, Chile. Capítulo 11. Pp: 267-288.

Quiroz, I. & Gutiérrez, B. (2014). Propuesta de reglamento para semillas y plantas forestales. Resultado del proyecto INNOVA Chile-CORFO 11BPC-9967 Desarrollo de una propuesta de reglamento para semillas y plantas forestales. Instituto Forestal. Concepción, Chile. 74 p. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/20594>

SAG –ODEPA. (1968). Potencialidad de los Suelos en Chile. Unidades de Uso Agrícola de los Suelos en Chile entre las Provincias de Aconcagua y Chiloé. Plan de Desarrollo Agropecuario 1965 –1990. Servicio Agrícola y Ganadero y Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Chile.

Sagardía, R., Bahamondez, C., Ávila, A., Reyes, R. & Vergara, G. (2021). Los Recursos Forestales en Chile 2021. Inventario Forestal Nacional de Bosques Nativos y Actualización de Plantaciones Forestales. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 248. 196 p.

Soto Aguirre, D., Gysling Caselli, J., Kahler González, C., Poblete Hernández, P. Álvarez Conzalez, V. et al. (2021). Anuario forestal 2021. INFOR. Boletín Estadístico N° 180. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/31292>