

Volumen 25 N° 3
Diciembre 2019

ISSN 0718 - 4530 Versión impresa
ISSN 0718 - 4646 Versión en línea

CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL



**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**



INFOR

VOLUMEN 25 N° 3

**CIENCIA E
INVESTIGACION
FORESTAL**

Diciembre 2019

**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una revista científica, arbitrada, periódica y seriada del Instituto Forestal, Chile, que es publicada en abril, agosto y diciembre de cada año.

Director	Fernando Raga Castellanos	INFOR	Chile
Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR - IUFRO	Chile
Consejo Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR - IUFRO	Chile
	Braulio Gutiérrez Caro	INFOR	Chile
	Juan Carlos Pinilla Suárez	INFOR - IUFRO	Chile
	Marlene González González	INFOR	Chile
Comité Editor	José Bava	CIEFAP	Argentina
	Leonardo Gallo	INTA	Argentina
	Mónica Gabay	SAyDS	Argentina
	Heinrich Schmutzhenhofer	IUFRO	Austria
	Marcos Drumond	EMBRAPA	Brasil
	Sebastiao Machado	UFPR	Brasil
	Antonio Vita	UCH	Chile
	Juan Gastó	UC	Chile
	Miguel Espinosa	UDEC	Chile
	Sergio Donoso	UCH	Chile
	Vicente Pérez	USACH	Chile
	Glenn Galloway	CATIE	Costa Rica
	José Joaquín Campos	CATIE	Costa Rica
	Carla Cárdenas	MINAMBIENTE - IUFRO	Ecuador
	Alejandro López de Roma	INIA	España
	Isabel Cañelas	INIA - IUFRO	España
	Gerardo Mery	METLA - IUFRO	Finlandia
	Markku Kanninen	CIFOR	Indonesia
	José Antonio Prado	MINAGRI	Chile
	Concepción Lujan	UACH	México
	Oscar Aguirre	UANL	México
	Margarida Tomé	UTL - IUFRO	Portugal
Zohra Bennadji	INIA - IUFRO	Uruguay	
Florencia Montagnini	U. Yale - IUFRO	USA	
John Parrotta	USDA FS - IUFRO	USA	
Oswaldo Encinas	ULA	Venezuela	
Ignacio Díaz-Maroto	USC	España	

Dirección



Instituto Forestal
Sucre 2397 - Casilla 3085 - Santiago, Chile
Fono 56 2 3667115
Correo electrónico sbarros@infor.gob.cl
<http://www.infor.cl/index.php/revista-cifor>

La Revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas.

Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin previa consulta, siempre que se cite como fuente a Ciencia e Investigación Forestal, INFOR, Chile.

EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN DE ALAMOS EN DOS ZONAS AGROCLIMATICAS DE LA REGION DE AYSÉN

Riquelme, Francisca¹; Salinas, Jaime²; Gutiérrez, Braulio³ y Pinilla, Juan Carlos⁴

RESUMEN

La incorporación de especies del género *Populus* resistentes a frío se presenta como una oportunidad para la diversificación forestal regional, a través de plantaciones dendroenergéticas que aporten a disminuir la polución ambiental con la adecuada utilización de biomasa forestal. En el marco de un proyecto de innovación para la competitividad que ejecutó el Instituto Forestal (INFOR) en el año 2011 fueron probados clones de álamos con este fin en la región.

El material genético para estos efectos fue obtenido de fuentes regionales y nacionales, y fueron establecidos dos ensayos en situaciones agroclimáticas contrastantes. El sitio Viviana Norte (VN) fue plantado en el año 2013 y el sitio Valle Simpson (VS), en el año 2012. En estos ensayos se evaluó el desempeño de 20 y 19 clones de álamo, respectivamente.

Después de cinco años de crecimiento en el sitio VN, los clones *Cima 2* y *NM6* presentaron los mejores desempeños, con promedios en diámetro a la altura del pecho (DAP) de 3,5 y 3,2 cm, en altura de 4,18 y 4,10 m, en supervivencia 96% y en productividad de 5.120 y 4.277 cm³, respectivamente. En el sitio VS después de siete años de crecimiento los clones *Unal* y *Árbol 9* presentaron la mejor respuesta en diámetro altura al cuello (DAC) con 5,22 y 5,04 cm, en altura de 3,05 y 3,38 m, en supervivencia 36,6% y 93,3% y en productividad 8.310 – 8.585 cm³, respectivamente.

En términos generales se observó una diferencia considerable en la supervivencia entre los sitios, encontrándose valores medios de 74,8 y 34,8%, respectivamente, para los sitios VN y VS. De acuerdo a los resultados obtenidos, se sugiere la utilización de los clones *Cima 2* y *NM6* para Zonas Húmedas cercanas al sector Viviana Norte y de los clones *Unal* y *Árbol 9* para sitios de la Zona Intermedia con condiciones similares al sector de Valle Simpson.

Palabras clave: *Populus*, Álamos, Clones, Diversificación, Biomasa forestal.

¹ Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto Forestal, Sede Patagonia, Coyhaique. friquelme@infor.cl

² Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto Forestal, Sede Patagonia, Coyhaique.

³ Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto Forestal, Sede Bio Bio, Concepción.

⁴ Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto Forestal, Sede Bio Bio, Concepción.

SUMMARY

The incorporation of frost tolerant *Populus* species appears as an opportunity to diversify regional forests through plantations oriented to reduce the air pollution by appropriate biomass use for energy. Under the framework of a research project carried out by the Forestry Institute (INFOR) in 2011 it was possible to try different Poplar clones with the mentioned objective.

The used genetic material was obtained from regional and national sources and trials were established in two contrasting sites; Viviana Norte (VN) planted in 2013 and Valle Simpson planted in 2012. The performance of 20 and 19 Poplar clones, respectively, was evaluated.

After five years the clones *Cima 2* and *NM6* present the better results in the VN site, with 3.5 and 3.2 cm in DBH, 4.18 and 4.10 m in height, 96% in survival and 5,120 and 4,277 cm³ in productivity, respectively. In the VS site after seven years the clones *Unal* and *Árbol 9* present the better results with 5.22 and 5.04 cm in DAC⁵, 3.05 and 3.38 m in height, 36.6 and 93.3% in survival and 8,310 and 8,585 cm³ in productivity, respectively.

In general terms, an important difference in survival within the sites was appreciated, with medium values of 74.8 and 34,8% in the sites VN and VS, respectively.

According to the results, the utilization of the clones *Cima 2* y *NM6* for humid zones close to the VN trial and the clones *Unal* y *Árbol 9* for intermediate sites similar to the VS site, could be suggested.

Key words: *Populus*, Poplars, Clones, Diversification, Forest biomass.

⁵ Neck diameter

INTRODUCCIÓN

En Chile los álamos crecen a lo largo del territorio nacional hasta Tierra del Fuego y desde el nivel del mar hasta los 1.600 msnm. Las plantaciones se concentran entre Aconcagua y Bio Bio, pero últimamente han tenido un renovado impulso en la décima región.

Según Flores *et al.* (2011) la Región de Aysén posee 4,497 millones de hectáreas definidas como una superficie de considerable riesgo de erosión. Los álamos juegan un rol importante en la mejora y conservación del ambiente, especialmente en la protección de cuencas y cultivos, en la remediación de aguas y suelos contaminados, y en el balance de dióxido de carbono (Isebrands and Karnosky, 2001; Pilipovic *et al.*, 2006; Schultz *et al.*, 2000; Wang *et al.*, 1999).

Los álamos pueden ser encontrados en bosques nativos en el hemisferio norte y en plantaciones en latitudes templadas de ambos hemisferios, en cortinas o pequeños grupos de árboles o en sistemas silvopastorales (Dickmann, 2006; Pincemin *et al.*, 2007).

Además, su madera es utilizada en la industria del aserrío, debobinado, celulosa, fibras y/o partículas para la producción de tableros y biomasa con fines energéticos (Dickmann, 2001; Dillen *et al.*, 2010; Zsuffa *et al.*, 1996).

Según Cornejo (2016) los álamos presentan en suelos adecuados un gran potencial en el mercado energético. La superficie de plantaciones comerciales de álamo en Chile ha disminuido, pero a la vez existe un mayor conocimiento técnico de las variedades y cultivares de estas especies, como también de modelos silvícolas para diferentes objetivos de producción industrial (pellets, cajas, envases y embalajes de madera dimensionada, tableros contrachapados y aglomerados, y para calefacción como energía limpia (Serra *et al.*, 2002; Zamudio *et al.*, 2008).

Según diversos estudios realizados en Chile (Sanhueza, 1998), el cultivo del álamo es una opción productiva de gran potencialidad para agricultores y silvicultores, por el rápido crecimiento que logra el mercado internacional de sus productos y los precios que pueden alcanzar.

Además, se ha destacado el beneficio económico del cultivo agrícola entre hileras de álamos, determinando tipos y secuencias de estos que incrementan la rentabilidad de la especie mediante la utilización plena del sitio durante los primeros años de plantación.

Los álamos tienen gran facilidad para formar híbridos entre especies del mismo género y a través de su reproducción vegetativa es posible obtener clones de tales híbridos, algunos de los cuales han sido seleccionados y mejorados. Entre las mejoras obtenidas se destacan la adaptación al medio, la resistencia a las enfermedades, la resistencia a los insectos y los mayores rendimientos en volumen (FAO, 1980).

La introducción de híbridos y cultivares de la especie involucra ventajas económicas que mejoran la rentabilidad del negocio forestal como consecuencia del rápido crecimiento y la corta rotación, y se incorporan ventajas sociales al brindar nuevas alternativas a los pequeños y medianos propietarios.

Lo anterior supone también ventajas ambientales debido a la función de protección de los árboles a suelos fluviales, inundados y erosionados, y a su aporte a la mitigación de problemas de contaminación.

Atendiendo al interés y potencialidad que representan los álamos para la región, en el presente estudio se analiza el crecimiento híbridos de álamo establecidos en dos zonas agroclimáticas diferentes de la Región de Aysén.

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar la respuesta de los clones probados en dos sitios contrastantes en la región a través de variables como el DAP o el DAC, la supervivencia, la altura y un indicador de productividad en volumen.

MATERIAL Y METODO

Área de Estudio

Se evaluaron las dos experiencias de plantación de álamo en la Región de Aysén, la primera corresponde a una cortina cortaviento establecida en el año 2013 con fines dendroenergéticos, en el sector de Viviana Norte (VN), comuna de Puerto Aysén y la segunda corresponde a un ensayo tipo módulo establecido en el año 2012, en el sector Valle Simpson (VS), comuna de Coyhaique (Figura N° 1).

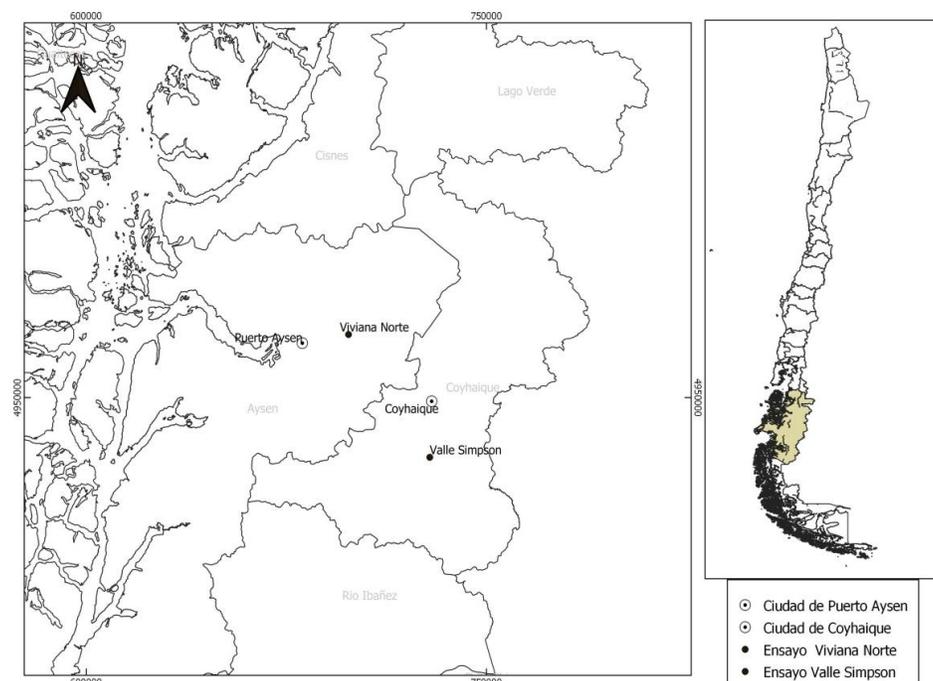


Figura N° 1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ENSAYOS DE ÁLAMO EN SECTOR VIVIANA NORTE
Y SECTOR VALLE SIMPSON COYHAIQUE

Ensayo Viviana Norte (VN)

El ensayo se encuentra 45 km al noreste de la ciudad de Coyhaique (45°23'1,7" S; 72°28'0,8" O). El sector presenta una vegetación predominante de bosque Siempreverde y está dentro de la denominada Zona Húmeda de Aysén.

El clima destaca por elevadas precipitaciones, un ejemplo es Puerto Aysén, con un promedio anual de precipitaciones de 2.640 mm (1960 - 2013). La temperatura media anual de la misma localidad es de 9°C, mientras que la máxima media llega a 12,8°C y la mínima media a 6°C. El mes más cálido (enero) presenta una temperatura media de 13,6°C, con una máxima media de 17,9°C, y una mínima media de 6°C. El mes más frío (julio) tiene una temperatura media de 3,8°C, con una máxima media de 6,8°C y una mínima media de 1,6°C.

La amplitud térmica media entre el mes más cálido y el más frío es de 9,8°C (Hepp y Stolpe, 2014). Las características del suelo del sector lo definen como de drenaje imperfecto, de textura franca y con profundidades de hasta 88 cm, presentando un material parental de cenizas volcánicas (Stolpe y Hepp, 2014).

El ensayo corresponde a una cortina cortavientos de cinco años (desde su establecimiento, hasta el momento de la evaluación), con un diseño de plantación en tres bolillos y un espaciamiento de 0,9 m entre hilera y 1,0 m sobre hilera (Figura N° 2). Considera 20 clones de álamo, detallados en el Cuadro N° 1, y cada una de las cuales se representa por 25 parcelas.

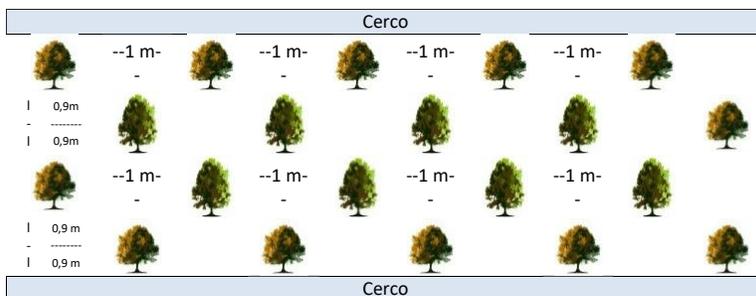


FIGURA 2
DISEÑO DE CORTINA CORTAVIENTOS ESTABLECIDA EN SECTOR VIVIANA NORTE

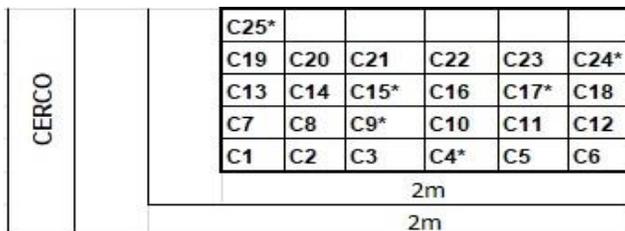
Ensayo Valle Simpson (VS)

El ensayo se encuentra en las dependencias de INIA Tamel Aike, 28 km al sureste de la ciudad de Coyhaique (45°45'3,9" S; 72°3'29,9" O), en el sector Valle Simpson, dentro de la Zona Intermedia de Aysén.

El sector presenta la vegetación natural predominante de la zona, correspondiente al bosque caducifolio de *Nothofagus*, especialmente lenga (*Nothofagus pumilio*), pero también ñirre (*Nothofagus antarctica*) en ciertas situaciones (sectores más húmedos y en transición hacia zonas esteparias) (Salinas *et al.*, 2017). También se encuentra abundante vegetación arbustiva, como calafate, michay y zarzaparrilla.

El clima corresponde al Húmedo Intermedio, con precipitación media anual de 1.149 mm (1961-2013). La temperatura media anual es de 8,1°C, la máxima media anual es de 13°C, mientras que la temperatura mínima media anual es de 4,4°C. El mes más cálido (enero) presenta una temperatura media de 13,7°C, una máxima media de 19,5°C, y una mínima media de 8,8°C. El mes más frío (julio) tiene una temperatura media de 2,0°C, una máxima media de 5,5°C, y una mínima media de -0,4°C. La amplitud térmica media entre el mes más cálido y el más frío es de 11,7°C (Hepp y Stolpe, 2014).

El suelo presenta drenaje moderado, textura areno francosa, con profundidades de hasta 178 cm, existe déficit hídrico estival, el material parental comprende cenizas volcánicas sobre fluvioglaciario (Stolpe y Hepp, 2014). El ensayo fue instalado en el año 2012 y tiene una edad de 7 años al momento de la evaluación. En este ensayo se distribuyen 19 clones de álamos, cada uno representado por 30 parcelas (Cuadro N° 1). Cuenta con un cerco perimetral, para efectos de protección contra lagomorfos, ganado e intervención humana (Figura N° 3).



(*) Clones no evaluados en el presente análisis.

FIGURA 3
DISEÑO DEL ENSAYO ESTABLECIDO EN SECTOR VALLE SIMPSON

Antecedentes del Material Genético

Las especies de álamo reconocidas se agrupan en cinco secciones y varias subsecciones. A continuación, se detalla el material genético incluido en los ensayos.

Sección	Especies
Tacamahaca Distribuida en el área boreal y montañosa septentrional y en Asia Central	<i>Populus trichocarpa</i> : “álamos balsámiferos”, los cuales son muy resistentes al frío y a las heladas y tienen muy buen desarrollo en sitio con estas características, donde otras especies no prosperan. También se los considera resistentes al ataque de liebres, ya que tienen un bálsamo muy perfumado que actuaría como repelente (Amico, 2002).
Aigeiros Distribuida en América septentrional y región circunmediterránea	<i>Populus nigra</i> : “álamos negro o criollo”, originaria de Europa, norte de África y oeste de Asia con una amplia diversidad genética, es en general una especie muy rústica, resistentes al frío y al viento, por lo que es muy adecuados para implantar en la zona. Árboles adultos pueden alcanzar 40 m de altura y más de 2 m de diámetro y vivir unos 300 años (Weisgerber, 1999). Tiene un alto porcentaje de prendimiento a partir de estacas, con porcentajes de enraizamiento superiores al 80%.
	<i>Populus deltoides</i> : Tiene un amplio rango de distribución, que va desde el sudeste hasta el centro-oeste de Estados Unidos y sur de Canadá. Se desarrolla en suelos con textura franco limosa o arenosa, se encuentra en áreas con frecuentes episodios de sequía y es común invasor de sitios perturbados. (Amico, 2002). Debido a su alta tasa de crecimiento, excelente forma, adaptabilidad a distintas condiciones de sitio, facilidad de propagación, y diversidad genética en el área de distribución natural, ha sido la especie del género más importantes en todos los programas de mejoramiento genético y plantaciones forestales de todo el mundo (Steenackers, 2000)

En el año 2011, en el marco de un programa de investigación de nuevas especies para desarrollar biomasa y energía, que tuvo el propósito de introducir y establecer clones de álamos con resistencia al frío para la generación de combustibles sólidos como base para un programa dendroenergéticos para la Región de Aysén, fue obtenido mediante propagación vegetativa material genético, de distintas fuentes, de clones de híbridos o especies de interés.

Populus x euroamericana: Corresponde a híbridos entre *Populus nigra* y *Populus deltoides*, cruzados naturalmente cuando se llevaron ejemplares de *Populus deltoides* originarios de América del Norte a Europa, luego se crearon artificialmente numerosos cultivares dados los buenos crecimientos que presentaban y la adaptación a diferentes climas, aunque son susceptibles a las heladas (FAO, 1980). Son más exigentes en cuanto a sitios, necesitan suelos profundos y exigen una mayor provisión de agua que otros álamos; no obstante, resisten moderados periodos de sequía.

Populus x interamericana: Son híbridos entre *Populus deltoides* y *Populus trichocarpa*. Presentan un rápido desarrollo radical, salvo en suelos demasiado arcillosos. Son sensibles al viento por tener hojas de gran tamaño. No aceptan un pH demasiado elevado y lo manifiestan en fenómenos de clorosis. Adaptados a medios variados, tanto aluviales como sin capa freática. Prefieren suelos de textura limosa a arenoso-arcillosa; no toleran los suelos arcillosos. Es poco exigente en agua, resistiendo la aridez, y sensible a la hidromorfía, pues no soporta la inundación en primavera. A veces es un poco sensible a las heladas tardías. Soporta bien la temperatura y la insolación. Es tolerante al viento, aunque presenta cierto riesgo de rotura de guías por la gran dimensión de sus hojas (Rueda *et al.*, 2016).

Populus trichocarpa x Populus deltoides: Adecuado para una amplia gama de aplicaciones de alto valor agregado, como madera contrachapada o madera de construcción (De Boever *et al.*, 2007).

Populus deltoides x P. maximowiczii: De propagación vegetativa proliferante. No es adecuado para zonas muy ventosas y apropiado para suelos profundos. No crece demasiado, pero tiende a desarrollar grandes ramas, por lo tanto, debe podarse con cuidado.

Populus nigra x Populus maximowiczii: Tiene buen enraizamiento y crecimiento sobre el suelo en relación con otros clones en el centro-norte de los Estados Unidos, tiene un gran potencial para aplicaciones de fitorremediación en las que hay un alto consumo de agua (Zanlesny, *et al.*, 2006). Se recomienda utilizarlo en zonas con veranos secos y semiáridos, debido a que utiliza eficientemente el agua disponible en el suelo, pero se debe evitar suelos inundables (Gong *et al.*, 2011). Nelson *et al.* (2012) mencionan que presenta un alto porcentaje de supervivencia y de crecimiento en plantaciones puras o mixtas.

Populus x euroamericana Italia: Bastante rústico. Se adapta bien a suelos pesados, aunque prefiere los terrenos permeables. Es resistente a la caliza activa. Tolerante a la hidromorfía y también tolerante a la aridez. Sensible a los suelos ácidos y a la salinidad. Resistente al viento. Tolerante al frío y al calor (Rueda *et al.*, 2016).

Populus x canadensis: Híbrido resultante de repetidos cruzamientos naturales entre *Populus deltoides* y *Populus nigra* "italica". De copa estrecha, es poco exigente en clima y suelo. Su difusión por el mundo ha sido notable gracias a su plasticidad y a su crecimiento extremadamente rápido (FAO, 1980).

En el Cuadro N° 1 se detalla los clones incluidos en los ensayos e introducidos a la región para esta investigación, aun cuando algunos de ellos son de origen regional (antiguamente presentes). Se indica su identificación como clon y su origen.

Cuadro N° 1
CLONES DE ÁLAMO PROBADOS EN VIVIANA NORTE Y VALLE SIMPSON

Clon *	Híbrido *	Sección	Origen	Presencia	
				VN	VS
70038/31	<i>P. x interamericana</i>	Aigeiros x Tacamahaca	UCh / Mininco	+	+
Eridano	<i>P. deltooides x P. maximowiczii</i>	Aigeiros x Tacamahaca	UCh / Mininco	+	+
Unal	<i>P. trichocarpa x P. deltooides</i>	Aigeiros x Tacamahaca	UCh / Mininco	+	+
Cima	<i>P. x canadensis</i>	Aigeiros	UCh / Mininco	+	-
269	<i>P. x interamericana</i>	Aigeiros x Tacamahaca	UCh / Mininco	+	+
Bl-Constanzo	<i>P. x canadensis Monch</i>	Aigeiros	UCh / Mininco	+	+
Neva	<i>P. x canadensis Monch</i>	Aigeiros	UCh / Mininco	+	+
Boccalari	<i>P. x euroamericana. Italia</i>	Aigeiros	UCh / Mininco	+	+
Divina	<i>P. deltooides</i>	Aigeiros	UCh / Mininco	+	-
NM6	<i>P. nigra x P. maximowiczii</i>	Aigeiros x Tacamahaca	UCh / Mininco	+	+
Triplo	<i>P. x canadensis. Italia</i>	Aigeiros	UCh / Mininco	-	+
Cima 2	<i>P. x canadensis Monch</i>	Aigeiros	UCh / Mininco	+	+
NNDV	<i>P. x euroamericana</i>	Aigeiros	CAF El Álamo	+	+
Beaupré	<i>P. trichocarpa x P. deltooides</i>	Aigeiros x Tacamahaca	CAF El Álamo	-	+
Harvard (I-63/51)	<i>P. x euroamericana</i>	Aigeiros	CEFOR	+	+
Rolando (I-214)	<i>P. x canadensis Monch</i>	Aigeiros	CAF El Álamo	+	+
I-488	<i>P. x euroamericana</i>	Aigeiros	CEFOR	+	-
Árbol 7	<i>P. nigra</i>	Aigeiros	Campo Lindo	+	+
Árbol 4	<i>P. trichocarpa</i>	Tacamahaca	Balmaceda	+	+
Árbol 5	<i>P. trichocarpa</i>	Tacamahaca	Balmaceda	+	+
Árbol 9	<i>P. trichocarpa</i>	Tacamahaca	Viejitas	+	+
Árbol 3	<i>P. trichocarpa</i>	Tacamahaca	Recta el 57	+	+
Árbol 8	<i>P. trichocarpa</i>	Aigeiros	Campo Lindo	-	+
+: Presencia del clon en el ensayo. -: Ausencia del clon en el ensayo. *: Identificación original					

Procesamiento de la Información

Para la caracterización del crecimiento de los árboles, para el ensayo Viviana Norte se consideraron los 20 clones y las 25 repeticiones (N= 500 árboles).

Se determinaron los parámetros dasométricos, la supervivencia y el índice de productividad (Figura N° 4).



(Izq) Vista lateral de cortina cortaviento; (Centro) Medición de la altura total; (Der) Medición del DAP

Figura N° 4 CORTINA CORTAVIENTOS DE ÁLAMOS CON FINES DENDROENERGÉTICOS A LOS CINCO AÑOS DE EDAD

Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros con forcípula y la altura total (Ht) en metros con una vara graduada.

El análisis se realizó a través de estadística descriptiva, calculando las medias por clon y la desviación estándar.

La supervivencia se determinó como porcentaje de plantas vivas respecto del número inicial de plantas establecidas para cada clon, y el Índice de Productividad (IP) se estimó mediante $DAP^2 \cdot Ht$ (cm³).

El análisis estadístico para identificar los clones que presentan diferencias estadísticamente significativas, en relación a su crecimiento en diámetro y altura total, se realizó mediante un análisis de varianza y posterior test de comparaciones múltiples Scott & Knott, con nivel de significancia 0,05, a través del programa estadístico Infostat.

Para la caracterización del crecimiento de los árboles, en Valle Simpson se consideran las 19 variedades y 30 repeticiones (N= 570 árboles) (Figura N° 5), y el procedimiento metodológico del análisis fue igual al usado para Viviana Norte, con la diferencia que en este caso se utiliza el DAC en los análisis.



Figura N° 5
VISTA GENERAL DEL ENSAYO Y MEDICIÓN DEL DAC Y LA ALTURA

RESULTADOS

Ensayo Viviana Norte (VN)

Los resultados de crecimiento en altura y diámetro, junto con los valores de supervivencia por clon, correspondiente a la unidad VN, se presentan en el Cuadro N° 2.

Los clones de mejor desempeño en DAP y Ht a los cinco años de edad corresponden a Cima 2 y NM6. En términos de DAP, estos son superiores en un 52 y 47%, respectivamente, en relación a la media de la totalidad de clones evaluados.

En términos de altura, la superioridad de estos clones corresponde a un 26% por sobre la media general del ensayo. Para ambas variables evaluadas los clones mencionados presentaron diferencias estadísticamente significativas. Constituyéndose en un material genético destacado entre los probados, tanto por supervivencia como por crecimiento en altura y DAP.

Respecto a la supervivencia, a los cinco años, esta alcanza un valor medio de 74,8%, siendo superior al 50% en todos los clones, excepto en el clon *Neva* (*P. canadensis* Monch) que solo llega a un 20%.

Entre los clones con menor mortalidad y que presentan valores de supervivencia de 96%, se encuentran: *Cima 2*, *NM6*, *269*, *Árbol 3*.

Respecto del índice de productividad ($DAP^2 * Ht$), el valor promedio por árbol fue de 1.311 cm^3 , en tanto en los clones de mejor desempeño, *Cima 2* y *NM6*, este valor fluctuó entre 5.120 y 4.277 cm^3 .

El menor desempeño lo exhibe el clon *Neva*, el cual presentó volúmenes inferiores dentro de la muestra, lo que, junto a su baja supervivencia, lo sugiere como un material inadecuado para plantación en zonas similares a la de Viviana Norte.

Cuadro N° 2
CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE CLONES CINCO AÑOS DE EDAD EN VIVIANA NORTE

CLON	DAP (cm)	Ht (m)	Supervivencia (%)	Productividad (cm³)
70038/31	2,65 ^b ± 3,12	3,56 ^b ± 1,64	80	2.500
Eridano	1,61 ^a ± 1,56	3,01 ^a ± 1,35	72	780
Unal	2,24 ^b ± 2,01	3,66 ^b ± 1,51	92	1.836
Cima	1,2 ^a ± 0,9	2,88 ^a ± 0,92	56	415
269	2,68 ^b ± 2,83	3,40 ^b ± 1,76	96	2.442
BI-Constanzo	0,90 ^a ± 0,85	2,44 ^a ± 0,94	68	198
Neva	0,66 ^a ± 0,36	2,17 ^a ± 0,88	20	95
Boccalari	0,74 ^a ± 0,55	2,33 ^a ± 0,91	60	128
Divina	2,85 ^b ± 2,26	3,71 ^b ± 1,61	72	3.013
NM6	3,23 ^b ± 1,7	4,10 ^b ± 0,97	96	4.277
Cima 2	3,50 ^b ± 3,14	4,18 ^b ± 1,77	96	5.120
NNDV	0,93 ^a ± 1,51	2,19 ^a ± 0,47	56	189
Harvard(I-63/51)	1,92 ^a ± 2,22	2,71 ^a ± 1,27	80	999
Rolando (I-214)	1,11 ^a ± 1,05	2,69 ^a ± 1,11	84	331
I-488	2,43 ^b ± 2,26	3,03 ^a ± 1,15	88	1.789
Árbol 7	1,47 ^a ± 1,22	3,30 ^b ± 1,31	76	713
Árbol 4	1,27 ^a ± 0,96	3,03 ^b ± 1,26	72	489
Árbol 5	1,15 ^a ± 0,75	2,73 ^a ± 0,90	64	361
Árbol 9	1,06 ^a ± 0,65	2,63 ^a ± 0,76	72	296
Árbol 3	0,99 ^a ± 0,73	2,55 ^a ± 0,92	96	250
Media	1,72	3,05	74,8	1.311

Ensayo Valle Simpson (VN)

Los crecimientos en altura y DAC, junto con los valores de supervivencia por clon del ensayo Valle Simpson, se presentan en el Cuadro N° 3.

Los clones de mejor desempeño en DAC y Ht a los siete años de edad corresponden a *Unal* y *Árbol 9*. En términos de DAC, estos son superiores en más de un 36%, respecto a la media de la totalidad de clones evaluados. En términos de altura, la superioridad de estos clones corresponde a un 27 y 34%, respectivamente, por sobre la media general del ensayo.

Respecto de la supervivencia, esta alcanza un valor medio de 36,6%, siendo inferior al 70% en todos los clones, excepto en los clones: *Árbol 9*, *Árbol 5*, *Árbol 3*, *Árbol 4* y *NM6*. Entre los clones que presentan valores de supervivencia por sobre el 80%, se encuentran nuevamente *Árbol 9* y *Árbol 5* constituyéndose en un material genético destacado por supervivencia. Mientras que los demás clones evaluados presentaron bajos desempeños, tanto en supervivencia como en el crecimiento en altura y diámetro.

Respecto del índice de productividad (DAC²* Ht), el valor promedio de los árboles fue de

3.211 cm³, en tanto los clones con mejores desempeños fueron *Árbol 9*, *Unal* y *Beaupré*, con: 63, 61 y 53%, respectivamente. Los demás clones, presentaron desempeños inferiores, lo que, junto a su baja supervivencia, los sugiere como materiales inadecuados para plantación en zonas en Aysén semejantes a las de Valle Simpson.

Cuadro N° 3
CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE CLONES DE SIETE AÑOS DE EDAD EN VALLE SIMPSON

CLON	DAC (cm)	Ht (m)	Supervivencia (%)	Productividad (cm ³)
70038/31	4,06 ^c ± 1,26	2,49 ^b ± 0,52	30	4.104
Eridano	0,19 ^a ± 1,09	1,49 ^a ± 0,64	16,6	538
Unal	5,22 ^d ± 1,5	3,05 ^c ± 0,65	36,6	8.311
269	3,88 ^c ± 2,13	2,87 ^c ± 0,9	33,3	4.321
Bl-Constanzo	1,45 ^a ± 1,62	1,32 ^a ± 1,3	6,6	279
Neva	1,68 ^a ± 0,89	1,37 ^a ± 0,75	30	387
Boccalari	0,76 ^a ± 0,72	0,63 ^a ± 0,32	10	36
NM6	4,16 ^c ± 1,49	2,87 ^c ± 0,83	70	4.967
Triplo	2,85 ^b ± 0,91	2,37 ^b ± 0,31	6,6	1.929
Cima 2	4,14 ^c ± 1,21	2,5 ^b ± 0,69	23,3	4.285
NNDV	1,85 ^a ± 2,19	1,27 ^a ± 1,3	6,6	435
Beaupré	4,82 ^d ± 1,46	2,95 ^c ± 0,67	36,6	6.854
Rolando (I-214)	4,0 ^c ± 0,91	2,32 ^b ± 0,39	16,6	3.712
Árbol 7	2,25 ^a ± 1,2	1,79 ^a ± 0,68	20	906
Árbol 4	3,20 ^b ± 1,08	2,59 ^b ± 0,75	70	2.652
Árbol 5	3,50 ^c ± 1,47	2,62 ^b ± 0,82	86,6	3.209
Árbol 9	5,04 ^d ± 1,03	3,38 ^c ± 0,51	93,3	8.586
Árbol 3	3,74 ^c ± 1,39	2,62 ^b ± 0,76	76,6	3.665
Árbol 8	2,93 ^b ± 1,47	2,15 ^b ± 0,84	26,6	1.846
Media	3,23	2,24	36,6	3.211

DISCUSIÓN

En la zona húmeda de la Región de Aysén (VN), los clones de álamo presentaron a los cinco años diámetros de 1,72 cm, alturas totales de 3,05 m, supervivencias de un 75% e índices de productividad de 1.311 cm³. Es posible inferir en términos generales que los clones de álamo vieron favorecido su crecimiento por la disponibilidad hídrica que es atribuida al registro de precipitaciones para el sector (2.640 mm), junto con la capacidad de adaptación a la zona húmeda de los clones evaluados en el presente estudio.

La supervivencia de los clones *Cima 2* y *NM6* a los cinco años de edad, fue superior a 96%, e indicaría que la zona húmeda de Aysén es apta para su crecimiento y desarrollo. Coincidente con Weisgerber (1999), quien menciona que álamos de la sección *Aigeros* se caracterizan por resistir el frío y el viento y que árboles adultos pueden alcanzar hasta 40 m de

altura y más de 2 m de diámetro.

La buena capacidad de enraizamiento del clon *NM6* (Zanlesny *et al.*, 2006) y su destacado porcentaje de supervivencia, según Nelson *et al.* (2012), habrían proporcionado buenos desempeños obtenidos para su crecimiento en VN.

Las pocas exigencias en el tipo de clima y características de suelo, en conjunto con su plasticidad, son atributos de *Cima 2* que contribuyeron en un crecimiento rápido, presentando a los cinco años diámetros de 3,5 cm, alturas de 4,18 m e índices de productividad de 5.120 cm³.

Se menciona que el clon *Neva* por lo general presenta un buen nivel productivo y se le considera de fácil manejo silvicultural (gran dominancia apical, ramas laterales pequeñas y fáciles de podar), siendo muy susceptible a la *Melapsora* (U. Chile, 1998). Sin embargo, en el presente estudio, para la zona húmeda a los cinco años se obtienen supervivencias de tan solo un 20%, similar a lo informado en un estudio de Comportamiento de clones de Álamo en San Carlos (Mendoza), en una plantación a los 10 años de edad con una supervivencia cercana a un 11% (Riu *et al.*, 2008).

Neva presentó crecimientos en diámetro muy inferiores respecto de la media en la zona húmeda de Aysén con solo 0,66 cm; muy por el contrario, resultados favorables se obtuvieron a la misma edad en un estudio realizado en España (Barcelona), en donde se comparó el crecimiento en diámetro de diferentes clones de álamo, registrando diámetros de 17,5 cm (U. Chile, 1998). Por lo tanto, es posible inferir que el clon *Neva* es un material inadecuado para sectores con condiciones similares a Viviana Norte (Zona Húmeda de Aysén).

En la zona intermedia de Aysén (sector Valle Simpson), los álamos evaluados a los siete años de edad presentaron en términos generales una muy baja supervivencia representada en un 36%. De los álamos, que presentaron un mejor desempeño en diámetro, altura y rendimientos productivos fueron: *Unal* y *Árbol 9*.

El clon *Árbol 9* se caracteriza por ser muy resistente al frío y a las heladas, teniendo un muy buen desarrollo en sitios con dichas características, donde otras especies no prosperan. También se lo considera resistente al ataque de liebres, ya que tiene un bálsamo muy perfumado que actuaría como repelente (Amico, 2002). Lo anterior, coincide con lo reportado en el presente estudio con favorables desempeños en diámetro (5,04 cm), en relación a la totalidad de los álamos evaluados. Lugano y Amico (2001) en estudios realizados en Argentina (Trevelin) observaron al primer año de edad diámetros cercanos a 1,6 cm, en tanto que Menoyo *et al.* (1993) también en Argentina, describe a los dos años de edad diámetros de 3 cm. Estas se consideran respuestas muy favorables, pero no comparables al sitio de estudio VS por las diferentes condiciones agroclimáticas, creciendo con temperaturas mínimas de -0,4°C° y con presencia de déficit hídrico estival (Hepp y Stolpe, 2014).

En relación a la supervivencia los clones *Árbol 9* y *Árbol 5*, se obtuvo un 80% de supervivencia a los siete años de edad, demostrando su buena adaptación a las condiciones de la zona intermedia de Aysén (VS). Cabe mencionar que las especies seleccionadas provienen de clima boreal frío y seco (U. Chile, 1998) y junto con ello, su material genético fue colectado por medio de estacas de álamos creciendo en sectores cercanos al sitio de estudio (Balmaceda y Viejitas), lo que podría considerarse como el factor que contribuyó en la supervivencia de los ejemplares, al estar adaptados a las condiciones climáticas de la Región de Aysén.

El clon *Unal*, presenta una alta productividad y un fuste recto (U. Chile, 1998), características que fueron corroboradas en terreno en el presente estudio. Se menciona que tiene amplitud edáfica, siendo favorecido por suelos de Ph neutro a ligeramente alcalinos y creciendo bajo precipitaciones superiores a 300 mm/año (U. Chile, 1998).

A los siete años de edad, el clon *Unal*, mostró diámetros de 5,02 cm, alturas de 3,05

metros e índices de productividad de 8.311 cm³. Algunos antecedentes de *Unal* en Hungría informan crecimientos a los 14 años de edad con diámetros de 33,1 cm y alturas de 29 m (U. Chile, 1998). Por lo tanto, si se proyectara el crecimiento en diámetro y altura de los álamos (clon *Unal*) a 14 años y se comparara con lo reportado en Hungría, este sería inferior, obteniendo tan sólo un 33 y 21%, respectivamente. Sin duda, este análisis permite considerar este material genético como un primer antecedente de su desarrollo en la zona intermedia de Aysén. Sin embargo, el clon *Unal*, a pesar de presentar desempeños destacables para el sector, alcanzó supervivencias de tan sólo un (36,6%). Lo anterior puede atribuirse a que el clon *Unal*, ve afectado particularmente su desarrollo en suelos ácidos (U. Chile, 1998), siendo el suelo en estudio clasificado como fuertemente ácido para la zona intermedia de Aysén (Stolpe y Hepp, 2014).

Rueda *et al.* (2016) describen al clon *Boccalari* con características de resistencia al viento y al frío. A su vez, en ensayos de comparación de clones en España (Barcelona) se ha reportado para *Boccalari* a los nueve años crecimientos en diámetros cercanos a los 21,6 cm (U. Chile, 1998). Sin embargo, en el presente estudio *Boccalari*, obtuvo desempeños inferiores, de acuerdo a los parámetros evaluados, una explicación es la posibilidad de que su crecimiento se deba a la sensibilidad a suelos ácidos, como es el caso de la zona intermedia de Aysén, haciendo a *Boccalari* un material genético no recomendado.

Las salicáceas, y en especial los álamos, provienen de zonas con inviernos fríos, algo rigurosos, por lo cual las bajas temperaturas, dentro de cierto rango, no constituyen un factor climático limitante de primer orden (Leonardis, 1960).

CONCLUSIONES

La introducción y establecimiento de álamos con resistencia al frío en la Región de Aysén permitió caracterizar la respuesta de variables dasométricas y de supervivencia en clones de álamo establecidos en dos sitios de la región.

Antecedentes preliminares indican que, para la zona húmeda, a los cinco años de edad, los clones *Cima 2* y *NM6* obtuvieron un mejor desempeño y porcentajes de supervivencia destacados; mientras que para la zona Intermedia a los siete años de edad los clones: *Unal* y *Árbol 9*, presentaron buenos crecimientos.

La adaptación de estos clones a las condiciones de suelo y clima de cada sector entrega un primer antecedente para la región, destacándolos como un material adecuado y promisorio en relación a totalidad de los clones evaluados.

El material adecuado para cada zona agroclimática ofrecería ventajas económicas que aporten a la rentabilidad del negocio forestal, como consecuencia del rápido crecimiento y corta rotación. Esto además de ventajas sociales y ambientales al brindar nuevas alternativas a los pequeños y medianos propietarios, como conformación de sistemas agroforestales, plantaciones dendroenergéticas (aprovechamiento de la biomasa), cortinas cortavientos, protección de cuencas y otros fines.

REFERENCIAS

Amico, I., 2002. Crecimiento de distintos clones de álamos en vivero. Cartilla. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. E.E.A. Esquel. Argentina.

Cornejo, E., 2016. Álamo: Alternativa para la diversificación maderera. Sustainability, Agri, Food and Environmental Research 4(2), 2016:28-29 ISSN:0719-3726.

De Boever, Lieven; Vansteenkiste, Dries; Van Acker, Joris and Steven, Marc., 2007. End-use related physical and mechanical properties of selected fast-growing poplar hybrids (*Populus trichocarpa* x *P. deltoides*). Annals of

Forest Science, 2007, Volume 64, Number 6, Page 621.

Dickmann, D. I., 2001. An overview of genus *Populus*. Ed: Dickmann, D.I., Isebrands, J.G., Eckenwalde, J.E. and Richardson, J. Poplar culture in North America. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá: 1-42.

Dickmann, D. I., 2006. Silviculture and biology of short rotation woody crops in temperate regions: Then and now. Biomass & Bioenergy 30: 696-705

Dillen, S. Y.; Rood, S. B. and Ceulemans, R., 2010. Growth and Physiology. Ed: S. Jansson *et al.* Genetics and Genomics of *Populus*: Plant Genetics and Genomics: Crops and models 8. Springer Science: 39-63.

FAO, 1980. Los álamos y los sauces. Colección FAO: Montes N°10. Roma. 349p.

Flores, J. P.; Espinosa, M.; Martínez, E.; Henríquez, G.; Avendaño, P.; Torres, P.; Ahumada, I.; Retamal, M.; Toledo B. y Marín, L. M., 2011. Determinación de la erosión actual y potencial del territorio de Chile. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). Santiago, Chile. 292 pp.

Gong, J. R.; Zhang, X. S. and Huang, Y. M., 2011. Comparison of the performance of several hybrid Poplar clones and their potential suitability for use in northern China. Biomass and Bioenergy. 35(7): 755-764.

Hepp, C. y Stolpe, N. B., 2014. Caracterización y propiedades de los suelos de la Patagonia Occidental (Aysén). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación INIA Tamei Aike, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. 160 pp.

Isebrands, J. G. and Karnoky, D. F., 2001. Environmental benefits of Poplar culture. In Poplar Culture in North America. Eds. D.I. Dickmann, J.G. Isebrands, J.E. Eckenwalder and J. Richardson. NRC Research Press, Ottawa, Canada, pp 207-2018.

Leonardis, R., 1960. Silvicultura de las Salicáceas. Implantaciones de bosques comerciales. INTA. P 193-206.

Lugano, L. y Amico, I., 2001. Producción experimental de salicáceas en vivero. VI Jornadas Técnicas de Viveristas Forestales de la Patagonia. 15 y 16 de noviembre de 2001, Esquel, Chubut. SAGPyA, AIFCh.

Menoyo, H.; Mombelli, O. y Jones, N., 1993. Estudios de las masas naturales del género *Salix* en dos zonas de la provincia de Chubut. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Comisión VI. Paraná, Entre Ríos, 1993. AFOA.

Nelson, A. S.; Saunders, M. R.; Wagner, R. G.; Weiskittel, A. R., 2012. Early stand production of hybrid Poplar and White Spruce in mixed and monospecific plantations in eastern Maine. New Forests. 43:519-534.

Pilipovic, A.; Orlovic, S.; Nikolic, N.; and Galic, Z., 2006. Investigating potencial of some Poplar (*Populus sp.*) clones for phytoremediation of nitrates through biomass production. Environmental Applications of Poplar and Willow Working Party. 18-20 May 2006, Northern Ireland.

Pincemin, J. M.; Monlezun, S. J.; Zunino, H.; Cornaglia, P.S. y Borodowski, E., 2007. Sistemas Silvopastoriles en el Delta del Río Paraná: Producción de materia seca y estructura de gramíneas templadas bajo álamos. APPA ALPA-Cusco, Perú.

Riu, N; Bustamante, J; Calderón, A.; Pérez, S; Settepani, V. y Zanetti, R., 2008. Comportamiento de clones de álamos en San Carlos. Mendoza, Argentina. Rev. FCA UNCuyo. Tomo XL. N°1. Año 2008. Pag 79-89.

Rueda, Jesús; Padró, Antonio; Grau, José Manuel; Sixto; Hortensia; Villar, Carlos; García Caballero, José Luis; Martínez Sierra, Fernando; Prada, M^a Aránzazu, Garavilla, Víctor; de Lucas, Ana; Hidalgo, Elena; Aguilar, Silvia; Villamediana, José Antonio y Bellera, Creu., 2016. Clones de chopos del Catálogo Nacional de Materiales de Base. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid. Versión febrero de 2016. 72 pp.

Salinas J.; Peri, P.; Hepp C. y Acuña, B., 2017. Sistemas silvopastorales en bosques de Ñirre en la región de Aysén. Documento de Divulgación N° 43. Instituto Forestal, Chile.

Sanhueza, A., 1998. Cultivo del álamo (*Populus spp.*) (Parte 1). Santiago, Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF). 132p.

Schultz, R. C.; Colletti, J. P.; Isenhardt, T. M.; Marquez, C. O.; Simpkins, W. W. and Ball, C. J., 2000. Riparian

forest buffer practices. In north American Agroforestry: An Integrate Science and Practice. Eds. H. E. Garrett, W. J. Rietveld and R. F. Fisher. Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp189-281.

Serra, M. T.; Torres, J. y Grez, I., 2002. Breve historia de la introducción en Chile del álamo (*Populus nigra* L. var itálica (Moench) Koehne) y el desarrollo de ejemplares siempreverdes. Chloris Chilensis, año 5, N°2. URL:<http://www.chlorischile.cl/alamos/alamos.htm>.

Steenackers, V., 2000. Poplars and Willows in the 21 st century. What can research do meet the needs of society? Proceeding of the 21 st Session of the International Poplar Commission. Poplar and Willow Culture: Meeting the Needs of Society and Environment.

Stolpe, N. B. y Hepp, C., 2014. Caracterización taxonómica de los suelos de los valles de interés agropecuario de la región de Aysén (Patagonia Occidental-Chile). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. 168 pp.

U. Chile, 1998. Proyecto FIA: Introducción de clones de álamo (*Populus spp*) de alto rendimiento para diferentes zonas del país. Universidad de Chile.

Wang, X.; Newman, L. A.; Gordon, M. P. and Strand, S. E., 1999. Biodegradation of carbon tetrachloride by Poplar trees: Results from cell culture and field experiments. In Phytoremediation and Innovative Strategies for Specialized Remedial Applications. Eds. A. Leeson and B.C. Allenman. Battelle Press, Columbus, Oh, pp 133-138.

Weisgerber, H.,1999. *Populus nigra* Linné, 1753. Enczyklopade der Holzgewachse 16, 24p

Zalesny, Ronald S. Jr.; Wiese, Adam H.; Bauer, Edmund O. and Riemenschneider, Don E., 2006. Sapflow of hybrid Poplar (*Populus nigra* L. x *P. maximowiczii* A. Henry "NM6") during phytoremediation of landfill leachate. Biomass and Bioenergy. 30: 784-793.

Zamudio, F.; Baettig, R. y Guerra, F., 2008. Origen y futuro del cultivo del álamo en Chile. Monografía Proyecto FONDEF D0411027. Talca, Chile. Universidad de Talca. 34 p.

Zsuffa, L.; Giordano, E.; Pryor, L. D. and Stettler, R. F., 1996. Trends in Poplar culture: Some global and regional perspectives. Ed: Stettler, R.F. Bradshaw, H.D. Jr., Heilman, P.E., and Hinckey, T.M. Biology of Populus and its implications for management and conservation. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá: 515-539.

EVALUACION INICIAL DE SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE DOS ENSAYOS DE PROGENIES DE INDIVIDUOS SELECTOS DE *Eucalyptus globulus* Labill. Y *E. nitens* H. Deane & Maiden

Gutiérrez, Braulio⁶

RESUMEN

Se presentan y describen datos de supervivencia y crecimiento en altura correspondientes a la primera evaluación post establecimiento (después del primer periodo de crecimiento vegetativo en terreno) de dos ensayos de progenies, uno de *Eucalyptus globulus* y otro de *Eucalyptus nitens*.

En el primer caso se trata de progenies de polinización abierta de clones de un huerto semillero clonal conformado por individuos de *E. globulus* seleccionados en función de su crecimiento y forma. En el caso de *E. nitens* se trata de progenies de polinización abierta de árboles seleccionados en un programa de mejoramiento genético para la reducción de las tensiones de crecimiento de la madera.

Se detecta una elevada supervivencia en ambas especies; valores medios de altura y supervivencia que resultan mayores en *E. globulus* que en *E. nitens*; y diferencias estadísticamente significativas de altura entre progenies dentro de cada especie.

Palabras clave: *Eucalyptus globulus*, *E. nitens*, supervivencia, crecimiento inicial.

SUMMARY

Survival and height growth data corresponding to the first post-establishment evaluation (after the first period of vegetative growth in the field) of two progeny trials, one from *Eucalyptus globulus* and one from *Eucalyptus nitens*, are presented and described.

In the first case, they are open pollinated progenies of clones from a clonal seed orchard formed by individuals of *E. globulus* selected according to their growth and shape. In the case of *E. nitens*, these are open-pollinated progenies of selected trees in a genetic improvement program for the reduction of wood growth stresses.

High survival is detected in both species; average values of height and survival are higher in *E. globulus* than in *E. nitens*; and the existence of statistically significant differences in height between progenies within each species.

Keywords: *Eucalyptus globulus*, *E. nitens*, survival, early growth

⁶ Instituto Forestal, sede Bio Bio. bgutierr@infor.cl

INTRODUCCIÓN

El preponderante rol que juegan las especies *Eucalyptus globulus* y *E. nitens* para la industria y propietarios forestales del país ha motivado el desarrollo de distintos programas de mejoramiento genético para aumentar su productividad e identificar material genético idóneo para enfrentar los desafíos impuestos por el cambio climático global.

En cada generación de mejoramiento, las pruebas de progenie son el medio por el cual se genera la información que permite identificar el material idóneo para pasar a la generación siguiente, resultando apropiadas también para depurar las selecciones representadas en las poblaciones de producción (huertos semilleros) de la generación en curso, permitiendo así, el progreso y evolución de los programas que mejoran continua y sucesivamente los atributos de interés para la industria y productores forestales.

En el presente artículo se evalúa dos pruebas de progenies, una de *Eucalyptus globulus* y otra de *E. nitens*, la evaluación corresponde a la primera medición efectuada a cada ensayo después de transcurrido su primer periodo de crecimiento en terreno.

OBJETIVOS

Estas evaluaciones iniciales, si bien resultan muy preliminares para la toma de decisiones definitivas respecto a la selección de material genético, tienen por objetivo iniciar y documentar el monitoreo de cada ensayo, aspecto crucial para obtener en el futuro conclusiones robustas e interpretar en mejor forma el desarrollo subsiguiente de estas unidades experimentales, a partir de las cuales se dará origen a las siguientes generaciones de sus respectivos programas de mejoramiento genético.

MATERIAL Y METODO

Ensayos y Material Genético

Los ensayos considerados en la evaluación corresponden a: (i) una prueba de progenies de individuos de *E. globulus* seleccionados en función de su crecimiento y forma, instalada en la localidad de Santa Juana; y (ii) una prueba de progenies de individuos de *E. nitens* seleccionados en función de sus bajas tensiones de crecimiento, instalada en el predio Pumillahue en la provincia de Valdivia. En ambos casos se evalúa la primera medición, correspondiente a la primera temporada de crecimiento en terreno.

- Ensayo *E. globulus* Santa Juana

El ensayo se emplaza en un terreno perteneciente al propietario particular, Sr. Patricio Molina, y se ubica aproximadamente 28 km al sur de la ciudad de Santa Juana, en la región del Bio Bio (18H 689468,04 m E; 5867310,72 m S) en una zona representativa de terrenos de secano usados para forestación, donde las plantaciones forestales son el uso más frecuente del suelo. El ensayo se plantó con un diseño de cinco bloques al azar, donde se prueban 35 progenies de polinización abierta de 22 clones selectos más un testigo comercial conformado por un lote de semillas del huerto semillero Agromen. En cada bloque las progenies de cada clon se representan con una parcela lineal de 4 árboles, con un espaciamiento de plantación de 3 x 2 m.

Los clones cuyas progenies se representan en el ensayo fueron seleccionados en función de atributos de propósito general (crecimiento y forma). La selección por crecimiento se basó en un ranking de valores de mejora obtenido por evaluación de genética cuantitativa, en tanto la selección por forma se efectuó en forma visual al momento de validar el ranking en terreno. El listado de los clones representados en el ensayo se presenta en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1
MATERIAL GENÉTICO REPRESENTADO EN ENSAYO DE *E. globulus* SANTA JUANA

CLON	PROGENIES	N° DE PLANTAS INICIALES	IDENTIFICACIÓN CSIRO*		
			LOTE	CODE	LUGAR DE ORIGEN
40	40-1	20	16319	JN 13	Jeeralang North, VIC
48	48-1	40	16319	JN 21	Jeeralang North, VIC
	48-2				
52	52-3	20	16319	JN 26	Jeeralang North, VIC
57	57-1	20	16319	JN 31	Jeeralang North, VIC
79	79-2	20	16402	DF 247	W Kennett River, VIC
175	175	20	16470	HG 13	
214	214-4	20	16476	HR 04	S of Geeveston, TAS
234	234-1	40	18888	CG 2652	N of Yarram, Jeeralangs, VIC
	234-5				
235	235	40	18888	CG 2653	N of Yarram, Jeeralangs, VIC
	235-5				
238	238	60	18888	CG 2656	N of Yarram, Jeeralangs, VIC
	238-5				
	238-6				
239	239-2	20	18888	CG 2657	N of Yarram, Jeeralangs, VIC
240	240	40	18888	CG 2658	N of Yarram, Jeeralangs, VIC
	240-5				
241	241	60	18888	CG 2659	N of Yarram, Jeeralangs, VIC
	241-5				
	241-6				
242	242-1	20	18888	CG 2660	N of Yarram, Jeeralangs, VIC
243	243-5	20	18888	CG 2661	N of Yarram, Jeeralangs, VIC
245	245-2	20	16846	CG 987	Jeeralangs, VIC
246	246-5	20	16846	CG 988	Jeeralangs, VIC
274	274-1	40	18708	T 18	Otways State Forest, VIC
	274-6				
275	275-1	20	18708	T 23	Otways State Forest, VIC
281	281	60	18708	T 42	Otways State Forest, VIC
	281-5				
	281-6				
299	299-1	20	18881	CG 2608	Otways National Park, VIC
316	316	40	18725	ONP 10	Otways National Park, VIC
	316-5				
Testigo		20	Lote comercial huerto semillero INFOR-Agromen		

*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia
 VIC: Victoria TAS: Tasmania

- Ensayo *E. nitens* Pumillahue

El ensayo se encuentra en el predio Pumillahue, perteneciente a la Corporación Nacional Forestal, en la región de los Ríos, provincia de Valdivia, comuna de Máfil (18H 693199,22 m E; 5609911,76 m S). El ensayo consta de 4 bloques completos al azar donde se evalúan las progenies de 49 clones; en cada bloque las progenies se representan con parcelas lineales de 4 árboles, con excepción del bloque N°1, donde por razones de espacio se utilizan parcelas lineales de solo 3 árboles. En ambos casos el espaciamiento de plantación es de 3 x 3 m.

Los 49 clones cuyas progenies se representan en el ensayo, corresponden a individuos seleccionados en distintos ensayos de la empresa Forestal Mininco S.A., principalmente por presentar altos contenidos de lignina, que hacen presumir una baja incidencia de tensiones de crecimiento y secundariamente por presentar atributos deseables de volumen y densidad de la madera. El detalle de los individuos en el ensayo Pumillahue se resume en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2
MATERIAL GENÉTICO REPRESENTADO EN ENSAYO DE *E. nitens* PUMILLAHUE

CLON/PROGENIE	CÓDIGO ENSAYO DE ORIGEN	FAMILIA	RÉPLICA	N° DE ÁRBOL EN LA PARCELA
2	110	2257	4	2
6	110	2315	5	1
8	110	2709	5	3
9	110	2709	4	4
16	110	2781	1	4
28	110	2828	4	1
29	110	2830	3	4
35	110	2858	1	2
37	110	2858	6	3
38	110	2859	3	3
39	110	2859	2	3
40	110	2859	3	1
54	257	5093	1	1
93	258	5170	28	1
106	258	5314	23	1
108	470	2157	4	1
110	470	2157	6	4
111	470	2157	8	6
113	470	8693	8	2
117	470	8696	3	6
119	470	8697	7	3
120	470	8704	5	4
121	470	8704	9	1
122	470	8704	9	4
124	470	8706	9	5
125	470	8711	8	5
128	470	8972	1	6
129	470	8972	3	2
131	471	2283	6	3
132	471	2291	6	3
134	471	2741	3	4
135	471	5350	3	2
138	471	8644	4	3
141	471	8644	3	1
143	471	8647	4	2
145	471	8647	6	4
147	471	8738	3	2
153	473	2157	4	4
155	473	2283	5	3
156	473	2283	6	1
163	473	2300	5	1
166	473	2315	1	3
173	473	8472	10	4
174	473	8473	9	1
176	473	8484	3	3
178	473	8484	8	3
183	479	8214	5	1
185	479	8234	14	1
202	482	8174	7	1

Metodología de Evaluación

Como primera medida se recuperó la información registrada durante el establecimiento de los ensayos, particularmente sus diseños, material genético ensayado y croquis de distribución de los bloques, parcelas y plantas en terreno. Haciendo uso de los respectivos croquis se definió una ruta de medición para cada ensayo y se diseñó los formularios para el levantamiento de datos.

Posteriormente se realizó la medición propiamente tal, que corresponde al primer año de crecimiento de los ensayos. Si bien se trata de evaluaciones tempranas, estas son de valor para establecer correlaciones edad-edad con estadios de desarrollo futuro, más avanzados, y disponer así de información objetiva para determinar edades óptimas de selección. Por lo mismo, atendiendo a que se trata de ensayos en sus estados iniciales de desarrollo, las variables evaluadas fueron la altura total y la supervivencia. La primera se registró con una vara graduada en centímetros y la segunda mediante contabilización de individuos muertos. La información recogida en terreno se registró en formularios *ad-hoc*, los que posteriormente fueron digitados para conformar las respectivas bases de datos, las que fueron validadas para verificar la ausencia de valores fuera de rango.

La evaluación y análisis de los datos recogidos en las mediciones de terreno consistió en la determinación de los parámetros de estadística descriptiva de cada ensayo, tanto a nivel general como a nivel de progenies individuales, y la representación de estos valores en tablas y gráficos. Lo anterior se complementó con análisis de varianza para la altura de cada ensayo, usando como variables de clasificación los bloques y las progenies correspondientes, para posteriormente efectuar pruebas de comparaciones múltiples de medias familiares para identificar a las progenies o grupos de progenies de mayor interés y la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Para esto último se usó la prueba de Scott y Knott con un nivel de significancia de 0,05. Para los análisis estadísticos se utilizó bases de datos Excel analizadas con el software Infostat ©. Paralelamente se revisó bibliografía y documentos afines para complementar el análisis y disponer de datos de referencia para comprar los resultados obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis a Nivel de Ensayos

Se aprecia una alta supervivencia de ambos ensayos, la que alcanza a 99,3% para el ensayo de *E. globulus* y 98,8% en el de *E. nitens* (Cuadro N° 3).

Cuadro N° 3
RESUMEN PRELIMINAR DE LOS ENSAYOS MEDIDOS

ENSAYO	Altura (m)			Supervivencia (%)
	V _{MIN}	Promedio	V _{MAX}	
<i>E. globulus</i> Santa Juana	0,72	1,51	2,48	99,3
<i>E. nitens</i> Pumillahue	0,60	1,38	2,50	98,8

Lo anterior constituye evidentemente una característica deseable, por cuanto la variable supervivencia es de fundamental importancia para determinar la idoneidad de los clones o progenies que se propagarán masivamente en el futuro. Tal como señalan Chambers *et al.* (1995), esta variable no se incluye como objetivo en los programas de mejoramiento genético, sin embargo, tiene un gran impacto sobre la productividad de las plantaciones. El error de no considerar la supervivencia en la evaluación de otros caracteres, puede sesgar las estimaciones de los valores de mejora, particularmente si existe una correlación genética significativa entre ese

carácter y la supervivencia. Por otra parte, un alto porcentaje de supervivencia impide que ciertos árboles crezcan más que el resto por disponer de mayor espacio, consecuentemente disminuye la variabilidad ambiental en la disponibilidad de espacio entre los individuos remanentes, lo que constituye una condición deseable para obtener información y conclusiones estadísticamente sólidas desde los ensayos.

En cualquier caso, los valores de supervivencia de ambos ensayos resultan de la misma magnitud que los observados durante el primer año de otras plantaciones experimentales de *E. globulus* y *E. nitens* (Cuadros N° 4 y N° 5).

Respecto al crecimiento promedio en altura, este resulta más alto en el ensayo de *E. globulus* de Santa Juana que en el de *E. nitens* de Pumillahue (Cuadro N° 3; Figura N° 1). No obstante, debe tenerse en cuenta que son valores iniciales de la primera temporada de crecimiento, y que en el caso de *E. globulus* corresponde a progenies de individuos que fueron seleccionado precisamente por presentar buen crecimiento, mientras que en el caso de *E. nitens* las progenies corresponden a árboles que se seleccionaron por presentar presumiblemente bajas tensiones de crecimiento en su madera. En el futuro se esperaría que, como es habitual, *E. nitens* exhiba tasas de crecimiento mayores que las de *E. globulus*.

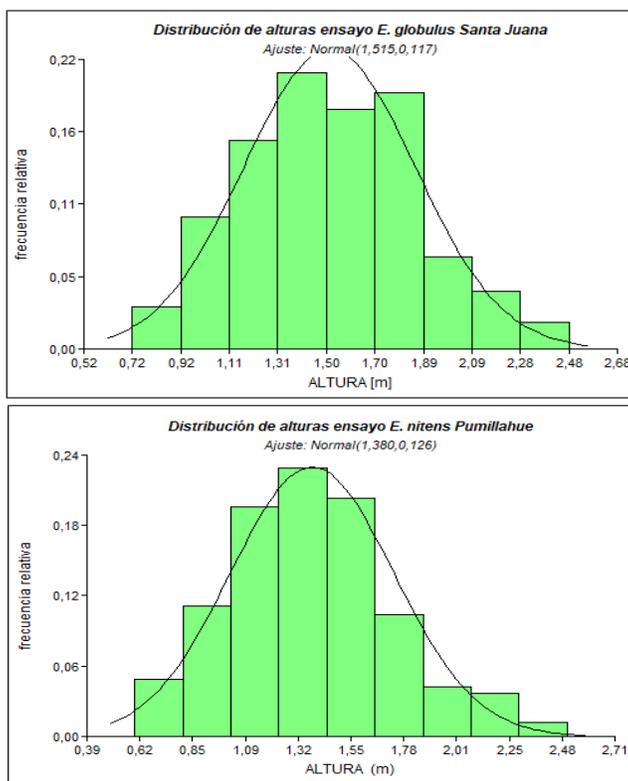


Figura N° 1
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS RELATIVAS DE ALTURA PARA ENSAYOS
DE *Eucalyptus globulus* SANTA JUANA (arriba) y *E. nitens* PUMILLAHUE (abajo)

El crecimiento en altura al primer año de los dos ensayos considerados en esta evaluación resulta superior al registrado en otros ensayos evaluados también a su primer año.

Al respecto y para efectos referenciales y comparativos, en los Cuadros N° 4 y 5 se muestran valores de altura al primer año de otros ensayos de *E. globulus* y *E. nitens*, respectivamente.

Cuadro N°4
VALORES REFERENCIALES DE COMPARACIÓN PARA ALTURA Y SUPERVIVENCIA
AL PRIMER AÑO DE *Eucalyptus globulus*

Material	N° de árboles evaluados	Superv (%)	Altura (m)
Ensayo <i>E. globulus</i> Santa Juana	698	99,3	1,51
11 Progenies PA de clones de un huerto semillero clonal. Ensayo La Posada (Portezuelo, Ñuble)	239	93,9	0,89
33 Progenies PA de árboles plus seleccionados en condiciones de secano ensayo La Posada (Portezuelo, Ñuble)	818	93,0	0,93
24 Progenies PC de clones de huerto semillero X arboles plus de secano. Ensayo El Mirador (San Carlos, Ñuble)	496	79,6	1,28

(Fuente: Rojas *et al.*, 2017)

Cuadro N° 5
VALORES REFERENCIALES DE COMPARACIÓN PARA ALTURA Y SUPERVIVENCIA
AL PRIMER AÑO DE *Eucalyptus nitens*

Material	N° de árboles evaluados	Superv (%)	Altura (m)
Ensayo <i>E. nitens</i> Pumillahue	674	98,8	1,38
140 progenies ensayo San Lorenzo (Quilleco, Bio Bio)	5.600	97,2	0,7
189 progenies ensayo El Morro (Mulchén, Bio Bio)	7.560	96,5	0,6
168 progenies ensayo Vista Alegre (Máfil, Los Ríos)	6.640	94,1	0,7
115 progenies ensayo El Bajo (Mañihuales, Aysén)	3.680	96,4	0,7
102 progenies ensayo El Durazno (San Carlos, Ñuble)	3.264	89,6	0,9
118 progenies ensayo Las Mellizas (Tucapel, Bio Bio)	2.832	99,3	1,6
126 progenies ensayo Taico (Paillaco, Los Ríos)	2.268	99,4	0,9

(Fuente: Molina, 2010)

Análisis por Progenies Dentro de Cada Ensayo

En lo que respecta a supervivencia y crecimiento a nivel de progenies para el ensayo de *E. globulus* Santa Juana, el Cuadro N° 6 muestra los promedios de ambas variables por progenie, así como también la diferenciación estadística de las medias familiares de altura.

La Figura N° 2 presenta en forma gráfica los valores medios de altura por progenie.

Cuadro N° 6
SUPERVIVENCIA Y ALTURA MEDIA POR PROGENIE EN ENSAYO *E. globulus* SANTA JUANA

CLON	n	SUPERV (%)	ALTURA (m)			
			PROM	DESV EST	V _{MIN}	V _{MAX}
40	20	100,0	1,62 a	0,40	0,90	2,30
48	40	100,0	1,49 b	0,39	0,82	2,47
52	20	100,0	1,42 b	0,36	0,95	2,15
57	20	100,0	1,57 a	0,42	0,94	2,33
79	20	100,0	1,58 a	0,34	0,92	2,43
175	20	100,0	1,66 a	0,34	0,94	2,31
214	20	100,0	1,65 a	0,31	1,12	2,34
234	40	100,0	1,40 b	0,31	0,91	2,26
235	40	100,0	1,54 a	0,37	0,85	2,33
238	60	100,0	1,47 b	0,31	0,85	2,30
239	20	100,0	1,42 b	0,26	0,90	1,81
240	40	100,0	1,60 a	0,34	0,98	2,48
241	60	100,0	1,43 b	0,32	0,78	2,10
242	20	100,0	1,56 a	0,40	0,72	2,20
243	20	100,0	1,43 b	0,37	0,75	2,13
245	19	95,0	1,34 b	0,24	0,90	1,80
246	17	85,0	1,61 a	0,42	0,82	2,20
274	39	97,5	1,63 a	0,31	1,10	2,30
275	20	100,0	1,43 b	0,30	0,86	1,93
281	60	100,0	1,52 a	0,34	0,72	2,33
299	20	100,0	1,49 b	0,29	0,99	2,10
316	40	100,0	1,53 a	0,35	0,80	2,12
TESTIGO	20	100,0	1,63 a	0,26	1,10	2,20
Total	695	99,3	1,52	0,34	0,72	2,48

Test: Scott & Knott Alfa=0,05
 Error: 933,0180 gl: 668
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

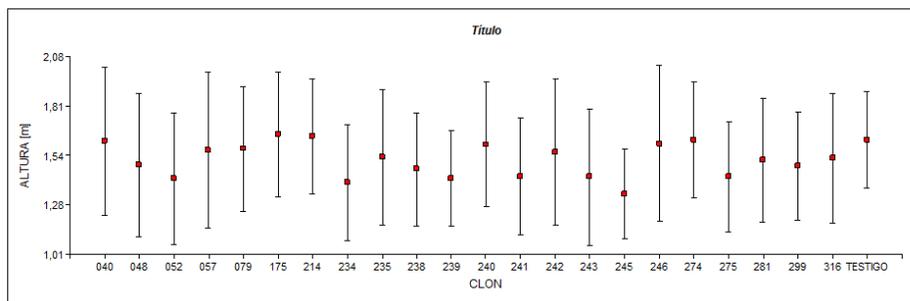


Figura N° 2
ALTURA MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR POR PROGENIE EN ENSAYO DE *E. globulus* SANTA JUANA

Por su parte, en el caso del ensayo de *E. nitens* de Pumillahue también se detectan diferencias de altura estadísticamente significativas entre sus progenies.

Al respecto, el Cuadro N° 7 muestra los promedios de ambas variables por progenie, así como también la diferenciación estadística de las medias familiares de altura.

La Figura N° 3 presenta en forma gráfica los valores medios de altura por progenie.

Cuadro N° 7
SUPERVIVENCIA Y ALTURA MEDIA POR PROGENIE EN ENSAYO *E. nitens* PUMILLA HUE

CLON / PROG	SUPERV (%)	ALTURA (m)			
		PROM	DESV EST	V _{MAX}	V _{MIN}
2	100,0	1,49 a	0,40	2,30	0,80
6	100,0	1,64 a	0,34	2,35	1,00
8	100,0	1,38 b	0,29	1,95	1,00
9	100,0	1,17 b	0,45	2,10	0,65
16	100,0	1,26 b	0,21	1,70	0,80
28	100,0	1,48 a	0,38	2,30	1,00
29	100,0	1,40 b	0,44	2,10	0,80
35	100,0	1,29 b	0,29	1,90	0,72
37	100,0	1,16 b	0,27	1,80	0,80
38	100,0	1,35 b	0,26	1,82	0,90
39	100,0	1,33 b	0,25	1,81	0,80
40	100,0	1,63 a	0,43	2,30	1,10
54	93,3	1,83 a	0,52	2,50	0,60
93	100,0	1,31 b	0,29	1,85	0,70
106	100,0	1,26 b	0,29	1,70	0,70
108	100,0	1,53 a	0,40	2,36	1,05
110	100,0	1,44 a	0,41	2,20	0,80
111	100,0	1,49 a	0,30	2,00	1,00
113	100,0	1,38 b	0,35	2,00	0,80
117	100,0	1,37 b	0,32	2,05	0,80
119	100,0	1,46 a	0,26	1,80	1,10
120	100,0	1,49 a	0,26	1,85	0,80
121	100,0	1,44 a	0,28	2,10	1,00
122	100,0	1,63 a	0,34	2,40	1,20
124	100,0	1,53 a	0,42	2,25	0,85
125	100,0	1,38 b	0,32	1,85	0,90
128	100,0	1,29 b	0,28	1,70	0,85
129	93,3	1,13 b	0,40	2,20	0,65
131	100,0	1,47 a	0,22	1,80	1,10
132	100,0	1,33 b	0,32	1,80	0,85
134	100,0	1,53 a	0,31	2,10	1,05
135	100,0	1,35 b	0,32	2,10	0,75
138	93,3	1,31 b	0,34	1,80	0,85
141	100,0	1,37 b	0,33	2,00	0,60
143	93,3	1,20 b	0,28	1,70	0,75
145	86,7	1,12 b	0,27	1,65	0,75
147	93,3	1,42 a	0,37	2,20	0,85
153	100,0	1,29 b	0,30	1,90	0,90
155	100,0	1,38 b	0,37	2,00	0,80
156	100,0	1,32 b	0,32	1,90	0,85
163	100,0	1,49 a	0,41	2,20	0,80
166	100,0	1,26 b	0,34	2,00	0,70
173	100,0	1,17 b	0,33	1,80	0,65
174	100,0	1,27 b	0,28	1,70	0,70
176	93,3	1,39 b	0,39	2,15	0,95
178	100,0	1,25 b	0,26	1,85	0,80
183	100,0	1,45 a	0,34	2,20	0,95
185	93,3	1,41 a	0,38	2,20	0,90
202	100,0	1,28 b	0,28	1,90	0,85
Total	98,8	1,38	0,35	2,50	0,60
Test: Scott & Knott Alfa=0,05 Error: 0,0997 gl: 674 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

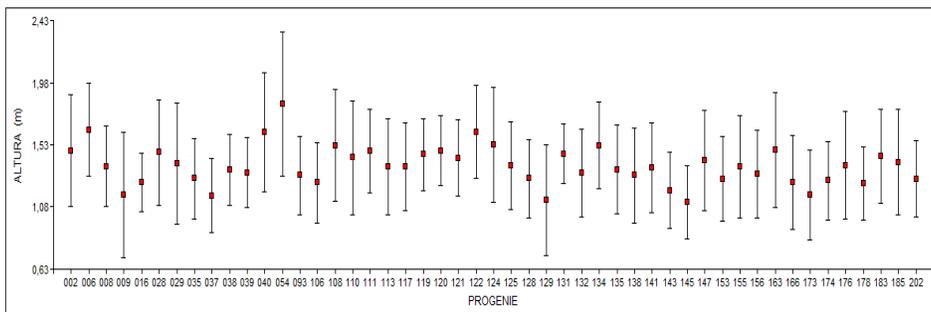


Figura N° 3
ALTURA MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR POR PROGENIE EN ENSAYO DE *E. nitens* PUMILLA HUE

Existen antecedentes de análisis efectuados en forma temprana en ensayos genéticos de eucalipto, señalándose que las evaluaciones genéticas se pueden hacer a partir de los tres años, e incluso a una edad menor en clones de especies de rápido crecimiento (Lambeth *et al.*, 1994; Wei y Borralho, 1998). Evaluaciones efectuadas entre los 10 y 12 meses de edad se han efectuado en ensayos clonales de *E. urophylla*, pero su objetivo ha sido determinar interacción genotipo ambiente y no seleccionar clones en función de su desempeño, el cual se reconoce que puede cambiar en el tiempo (Sánchez *et al.*, 2004).

Para efectos de los ensayos aquí evaluados, aún no es oportuno discriminar entre progenies, e identificar a las más adecuados para su representación masiva en plantaciones operacionales, es recomendable efectuar la evaluación en una edad cercana a la mitad de la rotación comercial, momento en que se puede obtener una adecuada estimación del comportamiento a la edad de cosecha. Evaluaciones efectuadas con anterioridad constituyen un antecedente para establecer correlaciones edad-edad, que orienten respecto a que tanto se puede adelantar la evaluación y obtener una buena estimación del comportamiento final de los árboles.

CONCLUSIONES

Ambos ensayos presentan una elevada supervivencia, de magnitud equivalente a la informada para otros ensayos de eucaliptos evaluados tempranamente. En términos de crecimiento en altura, los valores observados son, en general, superiores a los de otros ensayos equivalentes evaluados al primer año de edad.

Los dos ensayos presentan diferencias de altura entre sus progenies, distinguiéndose para cada especie dos grupos de progenies estadísticamente diferentes. Aun así, esta diferenciación debe interpretarse con cautela, pues por tratarse de una evaluación temprana, las tendencias definitivas aún no se reflejan en los datos analizados. Por lo mismo, no se pueden adelantar conclusiones respecto a la idoneidad de cada progenie para representarlas masivamente en plantaciones operacionales. Sobre este particular, resulta recomendable mantener los ensayos y efectuar nuevas evaluaciones a edades más avanzadas, que permitan obtener una adecuada estimación del comportamiento a la edad de rotación.

RECONOCIMIENTOS

Al técnico de INFOR Sr. Hernán Soto, quien instaló y midió los ensayos evaluados en este documento, y a la Sra. Laura Koch por su colaboración en la medición del ensayo de *E. nitens* de Pumillahue.

REFERENCIAS

Chambers, P.; Borralho, N. and Potts, B., 1995. The genetic control of survival in *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*. En: Conference CRCTHF-IUFRO, Eucalypt Plantations: Improving Fibre Yield and Quality. Hobart, Australia, 19-24 de febrero 1995. Pp: 233-234.

Lambeth, C.; Endo, M. and Wright, J., 1994. Genetic analysis of 16 clonal trials of *Eucalyptus grandis* and comparisons with seedling checks. For. Sci. 40(3): 397-411

Molina, M., 2010. Variación genética de procedencias y progenies de la colección "Victoria Central" de *Eucalyptus nitens* en Chile. Tesis de Máster Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible. ETS de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Palencia, España. 81 p.

Rojas, P.; Ipinza, R.; Gutierrez, B.; Molina, M. and Arnold, R. J., 2017. Breeding *Eucalyptus globulus* for lower rainfall sites in the Biobío Region of Chile. Australian Forestry 80(2):105-112.

Sánchez, N.; Vargas, J.; Ruíz, L. y Lopez, J., 2004. Repetibilidad de parámetros genéticos en un ensayo Clonal de *Eucalyptus urophylla* en el sureste de México. Agrociencia N° 38: 465-475.

Wei, X. and Borralho, N., 1998. Genetic control of growth traits of *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake in southeast China. Silvae Genet. 47(2-3): 158

CRECIMIENTO DE RENOVALES DE LENGUA (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser) EN EL SUR AUSTRAL DE CHILE

Salinas, Jaime⁷; Riquelme, Francisca; Acuña, Bernardo y Uribe, Alicia

RESUMEN

Los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) ocupan importantes superficies en el sur de Chile y Argentina. En Chile se extienden desde la Región del Maule a la de Magallanes y constituyen el Tipo Forestal Lenga que cubre una superficie total de 3,63 millones de hectáreas, gran parte de este (2,71 millones de hectáreas) en las regiones australes de Aysén y Magallanes. El Tipo Forestal presenta tres Subtipos, Bosques Achaparrados de Lenga, Bosque Mixtos con Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) y Bosques Puros de Lenga. Este último por su extensión es el recurso forestal de mayor importancia en las regiones australes ocupando una superficie de 1,6 millones de hectáreas en Chile y de 1,4 millones de hectáreas en Argentina.

En Chile la Región de Aysén posee la mayor superficie de bosques nativos del país, gran parte de ellos de lenga, recurso de importancia en la economía regional por su producción de madera aserrada y leña y por la protección que presta a los recursos suelo y agua.

En bosques adultos las cortas de protección han sido el método silvícola más usado y se basa en el establecimiento de la regeneración bajo un sistema de cortas parciales para la cosecha posterior del estrato superior. En este trabajo se entregan resultados de avance de raleos en formaciones jóvenes de lenga que buscan evaluar la respuesta a estas intervenciones para definir los métodos más adecuados en renovales de lenga en la Reserva Nacional Coyhaique.

Palabras clave: Lenga, Bosques Nativos, Raleos, Regiones Australes.

SUMMARY

Lenga forests (*Nothofagus pumilio*) cover important areas in southern Chile and Argentina. In Chile these forests are located from de Maule Region to the Magallanes Region and constitute the Lenga Forest Type covering an area of 3.63 million hectares mainly on the austral regions of Aysén and Magallanes (2.71 million hectares). This Forest Type presents three Subtypes; Squat Lenga Forests, Mixed Forests with Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) and Pure Lenga Forests. The last one is an important resource in the austral regions, cover some 1.6 million hectares in Chile and some 1.4 million hectares in Argentina.

The Aysén Region in Chile has the largest native forest area in the country, most of it Lenga forests of great importance to the regional economy producing sawnwood and fuelwood as well as representing a good protection to the soil and water resources.

In adult forests, protection cuttings have been the most used silvicultural method and are based on the establishment of regeneration under a system of partial cuts for a later harvest of the upper stratum. This paper presents results of advancement of thinning in young lenga formations that seek to evaluate the response to these interventions to define the most appropriate methods in lenga renewals in the Coyhaique National Reserve.

Keywords: Lenga, Native Forests, Thinning, Austral Regions.

⁷ Investigadores, Instituto Forestal Sede Patagonia, Coyhaique jsalinas@infor.cl

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) forman parte importante del bosque Andino-Patagónico. En Chile cubren una amplia distribución geográfica desde la Región del Maule a la de Magallanes, desde los 35° hasta los 56° LS. Las formaciones de lenga en Chile están clasificadas como Tipo Forestal Lenga cubriendo una superficie nacional de 3.633.340 ha. En las regiones australes de Aysén y Magallanes ocupan 2.714.466 ha, que representa cerca del 75% de la superficie nacional.

La Región de Aysén posee la mayor superficie de bosques nativos de Chile, entre ellos las formaciones de lenga han sostenido la economía regional en base a la madera aserrada y la leña. En bosques adultos las cortas de protección han sido, en términos teóricos, el método silvícola más usado en la región. Este método se basa en el establecimiento de la regeneración bajo un sistema de cortas parciales. Sin embargo, en la realidad las cortas de protección nunca se terminaron de implementar. A pesar de existir una gran cantidad de hectáreas con cortas de protección, el tratamiento silvícola nunca se completó al no aplicarse las cortas finales.

En estructuras jóvenes de lenga se realizan raleos y clareos. Evaluar la respuesta a estas intervenciones y el crecimiento es de gran importancia para definir los métodos más adecuados para la masa. Es por ello que el presente trabajo plantea como objetivo principal analizar el impacto del crecimiento de renovales de lenga en la Reserva Nacional Coyhaique en respuesta a intervenciones silvícolas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Analizar el impacto diferencial en el crecimiento de renovales de lenga de la Patagonia chilena en respuesta a diferentes cortas intermedias.

2.2. Objetivos Específicos

Identificación sitios para el establecimiento de un ensayo de crecimiento de los bosques de lenga en la Región de Aysén.

Elaborar un diseño experimental apropiado para el establecimiento del ensayo de crecimiento de los bosques de lenga.

Monitorear en el largo plazo el desempeño del crecimiento de renovales de lenga de la Patagonia chilena.

3. ANTECEDENTES DE LA ESPECIE

3.1. Distribución Geográfica

La lenga tiene una amplia distribución geográfica, en Chile se extiende por la Cordillera de Los Andes desde, Talca (35°35' S) hasta el sur de Tierra del Fuego (55°31' S) formando en su distribución septentrional el límite altitudinal arbóreo sobre los 1.000 msnm y hacia el sur creciendo a menores altitudes, bajo los 700 msnm en Magallanes (Donoso, 1981; Donoso, 1993; Veblen y Donoso, 1987).

En la Cordillera de la Costa se encuentra en las partes altas de la Cordillera de Nahuelbuta asociada con araucaria (*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch.) (Donoso, 1993). Estos

bosques superan los 3,6 millones de hectáreas, representando el 25% de la superficie de bosque nativo en Chile y concentrándose en las regiones de Aysén y Magallanes (CONAF, 2014).

En Argentina, los bosques puros de lenga ocupan una superficie de más de 1,4 millones de hectáreas (SAyDS, 2007) y se distribuyen por la vertiente oriental de la Cordillera de Los Andes, desde los 36°50' S hasta los 56°00' S, formando el límite superior de la vegetación en su distribución más septentrional y alcanzando el nivel del mar en Magallanes y Tierra del Fuego (Donoso, 1993).

De acuerdo a la tipología actual de estos bosques (Donoso, 1981), el Tipo Forestal Lenga corresponde a aquellos bosques en que al menos un 50% de los individuos por hectárea son lenga.

Dentro de su distribución forma ecotonos con otros tipos forestales, como Araucaria; Coigüe-Raulí-Tepa (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) – *Nothofagus antártica* (G.Forst.) Oerst.) - *Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde); Alerce (*Fitzroya cupressoides* (Molina) I. M.Johnst.) y Coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst.) (Donoso, 2015).

El Tipo Forestal Lenga se subdivide en tres subtipos (Donoso, 1981):

- Bosques achaparrados y *krummholz* de lenga
- Bosques de lenga puro
- Bosques mixtos de lenga-coigüe.

El subtipo bosques de lenga achaparrados (crecimiento tipo *krummholz*) se encuentra en los límites altitudinales de la distribución de la especie, los otros dos subtipos dominan en su distribución sur, asociándose lenga con coihue de Magallanes en condiciones húmedas y dominando como bosque de lenga puro en las condiciones más secas hacia el este (Donoso 2015).

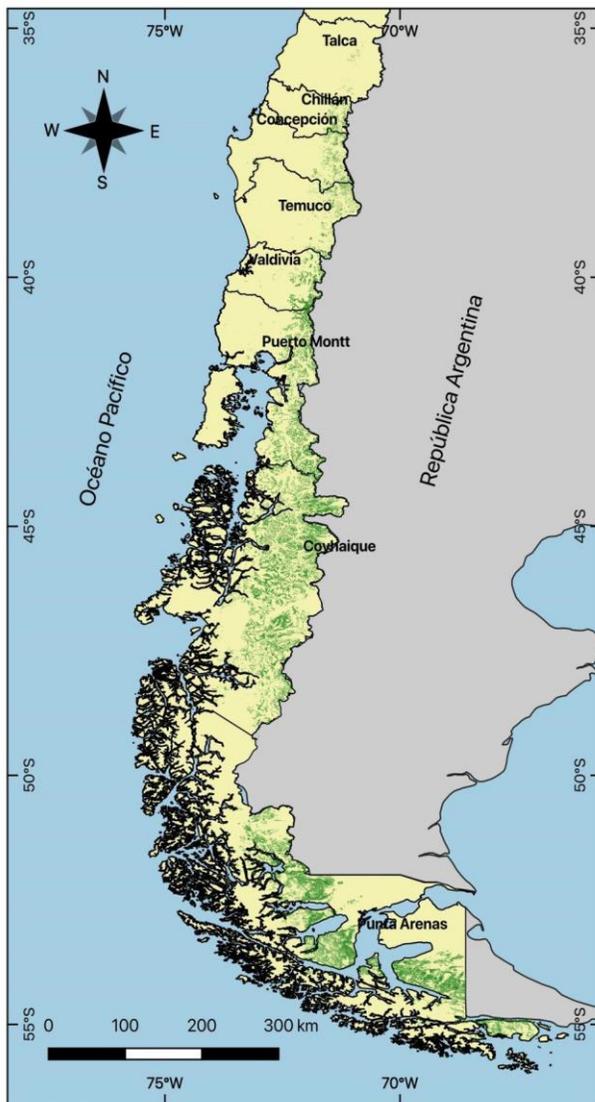
En Aysén y Magallanes el subtipo lenga puro, en que el estrato arbóreo está exclusivamente formado por lenga, de acuerdo a la tipología forestal actual (Donoso 1981), tiene una extensión superior a los 1,6 millones de hectáreas (CONAF 2014). En esta zona, a partir del paralelo 43°, se presentan los mejores sitios para lenga ya que se desarrolla a menores altitudes ocupando suelos de valles y piedemonte, donde la especie puede desarrollar su mejor potencial (Schlatter, 1994).

Dada su gran extensión este recurso nativo es el más importantes en la Patagonia y uno de los más importantes a nivel nacional, lo que ha impulsado el desarrollo de una serie de trabajos, tanto en Aysén (Alvarez y Grosse, 1978; Schlatter, 1979; Morales, 1983; Núñez y Peñaloza, 1985; Uriarte y Grosse, 1991; Cruz Johnson *et al.*, 2005) como en Magallanes (Schmidt y Urzua, 1982; Schmidt, 1989; Cruz *et al.*, 2003; Silva, 2005; Ugalde, 2006, entre otros) y al otro lado de la cordillera en las provincias del Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego (Fernández *et al.*, 1993; Fernández *et al.*, 1997; Martínez Pastur *et al.*, 1997; Bava, 1999a; Peri *et al.*, 2002; Martínez Pastur *et al.*, 2005; Bava y López Bernal, 2006; Martínez Pastur *et al.*, 2008; Martínez Pastur *et al.*, 2009; Loguercio *et al.*, 2011, entre otros).

De acuerdo a la actualización 2012 del Catastro Vegetacional, 1.400.376 ha de este recurso se encuentran en la Región de Aysén, de las cuales 947.684 ha corresponden al subtipo lenga.

En la Región de Magallanes y según el Catastro Vegetacional (CONAF/CONAMA/BIRF 1999), la superficie del tipo forestal es parecida, abarcando 1.124.564 ha. En esta zona al subtipo lenga corresponde a 668.969 ha (CONAF, 2014).

Dada su importancia para el manejo se presentan en el Cuadro N° 1 las superficies por estructura para las dos regiones. Cabe destacar que más de 190 mil hectáreas corresponden a estructuras regulares juveniles (renoval) y más de 700 mil hectáreas a bosque que hoy es adulto. En la medida que estos recursos se inserten a la superficie manejada y se rejuvenezcan en sistemas coetáneos adquirirán más importancia comercial.



(Fuente: Modificado de CONAF, 2014).

Figura N° 1
DISTRIBUCIÓN DEL TIPO FORESTAL LENGA EN CHILE

Cuadro N° 1
SUPERFICIE DEL SUBTIPO LENGA POR ESTRUCTURA Y PROVINCIA Y REGIÓN

Región	Provincia	Bosque Adulto	Renovál	Adulto - Renovál	Achaparrado	Total
		(ha)				
Aysén	Aysén	30.404	4.877	111	194.499	229.891
	Coyhaique	111.080	31.800	37.052	140.822	320.754
	General Carrera	76.469	24.544	6.191	77.852	185.056
	Capitán Prat	69.885	44.569	8.729	88.800	211.983
Total		287.838	105.790	52.083	501.973	947.684
Magallanes	Magallanes	141.864	16.587	2.473	32.865	193.789
	Tierra del Fuego	123.737	51.925	25.991	25.574	227.227
	Última Esperanza	147.113	18.981	1.973	28.511	196.578
	Antártica Chilena	21.284	1.779	11	28.301	51.375
Total		433.998	89.272	30.448	115.251	668.969

(Fuente: Elaboración propia en base a CONAF, 2014)

3.2. Requerimientos de la Especie

La lenga se desarrolla en una extensa distribución latitudinal, en un amplio rango ecológico. Schlatter (1994) indica que entre los factores de sitio que definen su extensión está la temperatura, con temperaturas medias anuales entre 6,5 a 7,0°C y hasta 3,5 a 4,0°C, sobre todo en su distribución altitudinal. Sin embargo, más decisivo aún es el balance hídrico del sitio, definido por las precipitaciones, la evapotranspiración y la capacidad de agua aprovechable del suelo.

En la parte norte de la distribución de lenga, en la Región del Bio Bio, la evapotranspiración potencial es de 900 a 1000 mm/año, y real de 600 a 700 mm/año. En la zona intermedia de su distribución los valores son de alrededor de 600 y 500 mm/año, y en la zona austral de 450 y 350 mm/año, aproximadamente.

La especie no se desarrolla en suelos de mal drenaje y presenta pobre desarrollo en suelos de baja fertilidad. En situaciones de marginalidad hídrica, la especie toma forma enana (*krummholz*), o desaparece. Las temperaturas extremas y en especial el fuerte viento limitan el crecimiento en forma severa (Uriarte y Grosse, 1991).

De acuerdo a los antecedentes recopilados por Schlatter (1994) la zona entre los paralelos 44° y 46° S es el área de Chile que presenta los mejores sitios para la especie, ya que desde los 43° S la lenga baja a niveles altitudinales que le permiten ocupar suelos de valle y piedemonte, con mejores suelos, donde puede desarrollar mejor su potencial.

3.3. Estructura y Dinámica de los Bosques de Lenga

Los bosques de lenga presentan estructuras coetáneas y multietáneas como consecuencia de la interacción de procesos alogénicos y autogénicos. Estos procesos hacen que los bosques no se presenten en un estado de equilibrio, manteniéndose en una relativa fase sucesional temprana (López *et al.*, 2003). De acuerdo a Schmidt y Urzúa (1982) el ciclo natural de desarrollo dura del orden de 200 a 250 años, repitiéndose las distintas fases en forma similar a través del tiempo. Estas fases se pueden diferenciar por la estructura y edad de los árboles que las componen, y corresponden a:

- Fase de regeneración: Dominada por un fustal viejo en el dosel superior y un monte bravo en estratos inferiores, puede durar entre 50 y 70 años.
- Fase de crecimiento óptimo: Dominada principalmente por una regeneración en estado de latial y que culminaría a los 100 años.
- Fase de envejecimiento: Formado por un solo estrato en estado fustal, se alcanza el máximo volumen acumulado y disminuye el vigor y cobertura de copa, disminuyendo el crecimiento. Etapa que culmina a los 140 años.
- Fase de desmoronamiento: Corresponde a árboles en estado fustal, pero sobremaduros, hay un aumento de la mortalidad y disminución de la cobertura de copas que permite el establecimiento de la regeneración.

En la Figura N° 2 se presenta un esquema del ciclo natural y de manejo de la lenga basado en las cortas de protección (Martínez Pastur *et al.*, 2013).

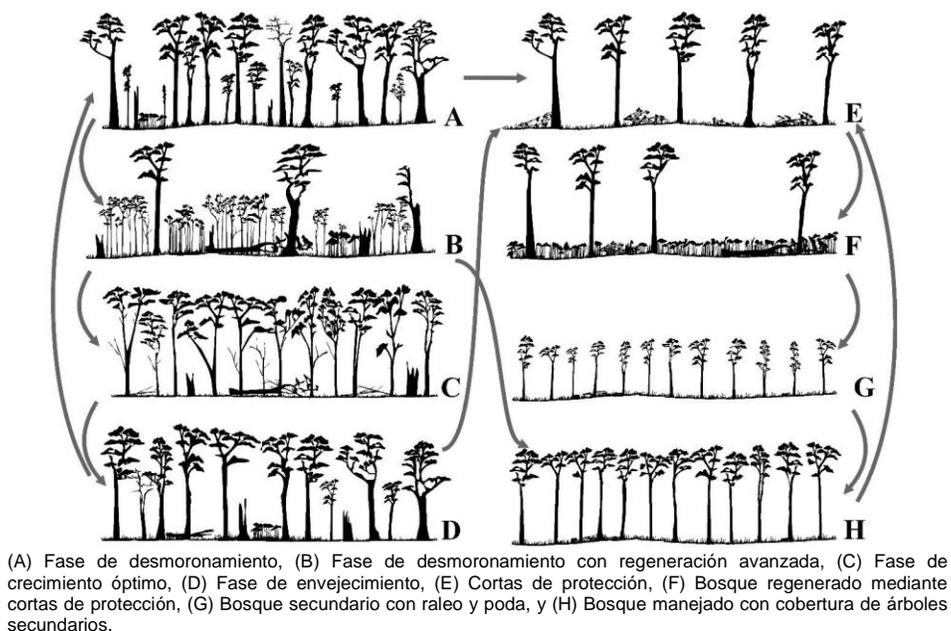


Figura N° 2
DINÁMICA NATURAL Y PROPUESTA DE MANEJO POR CORTAS DE PROTECCIÓN
PARA BOSQUES DE LENGA

3.4. Silvicultura de los Bosques de Lenga

Hasta la década de los ochenta del siglo pasado, el aprovechamiento de los bosques naturales de la Patagonia se caracterizó por una extracción selectiva de los mejores árboles del rodal, con cortas algo más intensas en los bosques de mejor calidad productiva (Bava y López, 2006).

Sin embargo, estos bosques por su composición, estructura y características ecológicas conforman masas relativamente fáciles de manejar y la literatura indica que presentan altos

incrementos en su volumen maderable cuando se encuentran sometidos a manejo (Cruz *et al.*, 2003). La estructura de manejo recomendada es la de monte alto regular a través del método de cortas de protección, caracterizado por cortas sucesivas con regeneración natural bajo dosel (Schmidt y Urzúa, 1982; Uriarte y Grosse, 1991; Bava, 1999a; Martínez Pastur *et al.*, 2000), o sus variaciones con retención agregada o dispersa si la cosecha combina aspectos económicos y de conservación (Martínez Pastur *et al.*, 2011).

Garrido (1981) propone para la regeneración del rodal, realizar 3 cortas sucesivas dentro de un período de 10 años entre la primera y última corta, interviniendo el dosel superior para permitir el establecimiento de la regeneración. Recomienda mantener en pie al menos el 50% del área basal porque la regeneración requiere protección, especialmente del viento. La cosecha final solo puede realizarse cuando la regeneración supere 1,5 m de altura. Estos lineamientos se deben considerar bajo la diversidad de situaciones en las que un determinado bosque se encuentre (fase de desarrollo, grado de intervención, productividad de sitio).

Loguercio (1995) también propuso aclareos sucesivos en tres cortas a lo largo de 20 años en la provincia del Chubut, para atender a las condiciones más secas que ocurren durante los meses de verano. Las cortas deben aumentar paulatinamente la disponibilidad de luz para la liberación de los renovales, manteniendo las condiciones de protección hasta la corta final.

Schmidt y Urzúa (1982) han propuesto 2 tipos de esquemas de manejo, de acuerdo a las condiciones iniciales del bosque y su estado de desarrollo. La primera alternativa se refiere a las cortas de explotación y regeneración, y la segunda a cortas de raleo y mejoramiento. En la primera alternativa, si existe suficiente regeneración (sobre 100.000 ind/ha), la corta puede dejar en el dosel de protección los árboles de menor calidad, y extraer los de mayor valor, cuidando mantener un dosel protector de 30% a 50% de cobertura que debe permanecer por 15 a 30 años (hasta la etapa de latizal). Si la regeneración no es abundante, requiere de cortas semilleras previas a las de cosecha, bajando entre un 60% a 70% de la cobertura inicial. La segunda alternativa, no puede basarse en el criterio de cobertura de copas, sino que requiere considerar la densidad del rodal y la calidad de los árboles individuales, siendo más bien un tratamiento intermedio (raleos).

Tras años de investigación Cruz *et al.* (2003) presentan un modelo de silvicultura aplicable a los bosques de lenga de la Patagonia de acuerdo al estado en que se encuentra el bosque y a su fase de desarrollo. Así distinguen los bosques primarios de los bosques con diferentes grados de alteración, y a los bosques juveniles de los bosques maduros. En bosques secundarios juveniles con una estructura principalmente coetánea con solo algunos árboles en desmoronamiento en el dosel superior y un alto número de árboles juveniles en crecimiento óptimo, recomiendan raleos para favorecer el crecimiento de los mejores individuos. En aquellos bosques primarios maduros en fases de desarrollo de envejecimiento o de desmoronamiento sugieren comenzar el bosque futuro con una nueva generación, que puede iniciarse desde la regeneración que se establece bajo un dosel protector. Para esto deben hacerse cortas de regeneración relativamente fuertes para rebajar la cobertura a un nivel entre 30% y 40%, de manera de permitir que la regeneración pueda establecerse y crecer en altura. Otra alternativa es hacer cortas de pre-cosecha, que corresponden a cortas más suaves, de tipo raleo, destinadas no a regenerar, sino a cosechar aquel volumen que se perdería por mortalidad si no se interviene. De aplicar este tipo de intervención se posterga la corta de regeneración para el período siguiente. En bosques ya intervenidos en el pasado, generalmente con cortas selectivas, la forma de intervenir va a depender de la cobertura del dosel de árboles remanentes y del desarrollo que presenta el bosque secundario. Normalmente los bosques ya intervenidos son muy heterogéneos, y presentan una alta diversidad de coberturas y en consecuencia distintos grados de desarrollo del bosque secundario. En situaciones de alta cobertura con escaso desarrollo de la regeneración deben hacerse cortas de regeneración complementarias para homogeneizar la regeneración en el sector y permitir que ésta pueda desarrollarse en altura. En situaciones con un bosque secundario con regeneración avanzada corresponde hacer cortas finales del dosel remanente y clareos en la regeneración establecida. En situaciones de bosque secundario con latizal el tratamiento apropiado es de corta final con raleo en el latizal.

De acuerdo a Bava y López (2006), cuando se intenta transformar bosques irregulares en rodales regulares a través de cortas de protección, la cosecha de la madera de calidad (en general árboles sanos de diámetros intermedios) se realiza en la primera corta y las inversiones necesarias en silvicultura como aclareos y raleos no comerciales, aunque prescritas en los planes de manejo, rara vez se realizan. Una alternativa para evadir este problema sería imitar la dinámica de claros a través de cortas de selección en grupos. Con este sistema se establecen unidades de regeneración a partir de la corta de varios árboles, incluyendo a los árboles aserrables de diámetros intermedios (Bava, 1999b; Antequera, 2002; López *et al.*, 2003). El tamaño de los claros debe definirse teniendo en cuenta las condiciones locales de sitio, generando claros más pequeños en sitios con menor disponibilidad de agua (Rusch, 1992). Con un manejo de este tipo, las inversiones en silvicultura, tales como la liberación de competencia de renovales o de árboles con potencial futuro, se realizan simultáneamente con la cosecha de los ejemplares maderables, con lo que esta actividad puede financiar parcialmente la aplicación de los tratamientos. La principal limitante de este método son los bajos volúmenes de cosecha por hectárea y la necesidad de realizar acciones silvícolas sobre grandes superficies, lo que implica importantes gastos en construcción y mantención de caminos, y costos incrementales de cosecha y transporte.

El desarrollo de las investigaciones en la Patagonia ha permitido la acumulación de información en términos de crecimiento y aprovechamiento del bosque y respuesta a intervenciones, y la construcción de diversos modelos que permiten la proyección del desarrollo en diámetro, altura y volumen de este tipo de bosques. Dados estos antecedentes, es posible encontrar en la literatura modelos biométricos para algunos sectores de su extensa distribución.

Un trabajo que sintetiza el estado de arte y lo convierte en herramientas de manejo es el de Martínez Pastur *et al.* (2002) quienes presentan el conjunto de funciones que permiten, bajo definidos supuestos, generar un modelo de producción para lenga, considerando los gradientes de calidad de sitio en Tierra del Fuego (Argentina). En este trabajo los autores utilizan el índice de densidad de rodales de Fernández *et al.* (1997) y el de nivel de raleo. El sistema silvícola seleccionado combina cortas de protección (Schmidt y Urzúa, 1982) con raleos por lo bajo (Martínez Pastur *et al.*, 2001). Como supuesto para este modelo se considera la ejecución de la corta final a través de una corta de protección y que los bosques del modelo de producción pertenecerían a rodales de segundo crecimiento, puros y regulares, formados a partir de la regeneración de una corta de protección.

Otra propuesta silvícola para bosques de lenga se encuentra en el trabajo de Cruz Johnson *et al.* (2005), como una propuesta de ordenación forestal de la Reserva Nacional de Mañihuales. Esta se basa en una tasa de aprovechamiento volumétrico y una superficie teórica de regeneración, apuntando al equilibrio de producción. Para ello utiliza la estratificación de rodales según los factores ambientales de altitud, exposición y pendiente y definen la ocupación óptima del sitio a través de un coeficiente de cobertura de copas y la tasa de aprovechamiento a través de los incrementos volumétricos del bosque.

Hasta ahora CONAF cuenta con dos herramientas para facilitar el manejo adecuado de los bosques de lenga. Una es la norma de manejo aplicable al tipo forestal lenga y dirigida a las cortas de protección. Son aplicables a bosques con y sin regeneración, pero siempre con el objetivo de cosecha y asegurando la continuidad del bosque. Para ello entrega rangos de cobertura adecuados para las diferentes situaciones de bosque. La segunda herramienta es el plan de manejo tipo aplicable en la Región de Aysén a superficies de no más de 5 ha de cualquier estructura o estado de desarrollo. Si bien esta última entrega las alternativas de actividades a realizar, no las define de forma cuantitativa.

Un problema en el aprovechamiento de la lenga es la pudrición central que a menudo presenta esta especie (Donoso y Caldenty, 1996). Es de mencionar, sin embargo, que el manejo, al promover el crecimiento de los mejores individuos, permitiría llegar a diámetros aserrables antes de que la pudrición castaña afecte significativamente al fuste.

3.5. Antecedentes Dasométricos de los Bosques de Lengua

Como fue mencionado anteriormente, en los sectores más australes de la distribución del tipo forestal lenga, correspondientes a las Regiones de Aysén y Magallanes, los árboles alcanzan su mayor desarrollo, constituyendo bosques extensos de interés comercial (Yudelevich *et al.*, 1967). Los bosques puros de lenga en estas regiones entregan en promedio un volumen entre 300 y 350 m³/ha (Pesutic, 1978; Schmidt y Urzúa, 1982). Destacan en este sentido las existencias de los bosques de Tierra del Fuego, donde los bosques puros de lenga alcanzan 540 m³/ha y, en los mejores sitios, donde aparece la lenga mezclada con coigüe, se encuentran volúmenes de hasta 790 m³/ha. Las existencias promedio de la Región de Aysén, son de 200 m³/ha en bosques de interés comercial, reflejando el nivel de degradación económica de los rodales en esta región, puesto que el volumen que se encuentra en los bosques de protección que se caracterizan por su difícil accesibilidad es más alto, con 300 m³/ha.

En la fase de regeneración se pueden encontrar densidades de 50.000 ind/año o más. En la situación que se encuentran los bosques en la actualidad, cuando un rodal joven tiene alrededor de 20 años, el volumen es a menudo aportado principalmente por el dosel superior en desmoronamiento y alcanza entre 200 y 300 m³/ha, con un área basal de 40 a 50 m²/ha. Al aumentar la edad, el número de árboles por hectárea disminuye fuertemente hasta llegar a 1.000 a 1.700 ind/ha. En esta fase el área basal alcanza 55 a 65 m²/ha y el volumen 250 a 300 m³/ha, y el rodal se encuentra en la fase de crecimiento óptimo, con una edad aproximada de 100 años.

A los 150 a 160 años, en la fase de envejecimiento, el número de árboles es de 700 a 800 ind/ha mientras que el área basal es de 60 a 70 m²/ha. Al llegar a esta fase, el volumen alcanza su máximo valor con 300 a 500 m³/ha, dependiendo de la calidad del sitio. Es en ese momento que debe realizarse la cosecha, ya que a mayor edad decrece el volumen y los problemas sanitarios aumentan. Cómo se distribuye el recurso en términos de número de árboles y volumen entre las distintas fases de desarrollo, se muestra como ejemplo para el Sector Última Esperanza, en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2
DISTRIBUCIÓN DEL RECURSO EN LAS FASES DE DESARROLLO

Última Esperanza	Fase Juvenil - Crec. Óptimo	Fase Madura	Fase Sobremadura
Número de árboles (%)	74	16	10
Volumen (%)	32	29	39
Rango diamétrico (cm)	11 a 38	30 a 61	>43

(Fuente: Silva, 2005)

Valores dasométricos, como número de árboles, área basal y volumen para bosques de lenga en Aysén y Magallanes se encuentran con facilidad en la literatura. Algunos autores que han publicado datos al respecto son Puente y Peñaloza (1979), Pesutic (1978), Schmidt y Urzúa (1982) e IREN (1979), entre otros. Los datos abarcan los distintos estados de desarrollo y grados de intervención incluyendo renovales y bosque virgen. No se entra en más detalle en el análisis de estos trabajos, sin embargo, es importante hacer mención que se encuentran disponibles.

En Mañihuales, Cruz Johnson *et al.* (2005) encontraron una alta variabilidad de la densidad en la estratificación entre clases de pendiente, altitud y exposición. Para rodales con DMC entre 30 y 32 cm se encontraron, por ejemplo, una densidad mínima de 458 ind/ha (AB 35,9 m²/ha) y una máxima de 1.089 ind/ha (AB 75,5 m²/ha).

Respecto del crecimiento radial existen antecedentes de Puente y Peñaloza (1979) quienes determinaron valores promedio de 1,22 mm/año en un periodo de crecimiento de 240 años. Otros autores reportan valores más altos en bosques manejados. Bava (1999b) reporta un crecimiento diamétrico anual de entre 4,0 a 7,5 mm para árboles con más del 50% del perímetro de su copa libre de competencia. Schmidt *et al.* (2003) observaron crecimientos anuales medios de 2 a 4 mm después de la intervención y Silva (2005) registró crecimientos de 2,1 mm/año y 3,3 mm/año, respectivamente, antes y después de la intervención.

Peri *et al.* (1996) pudieron evidenciar la dependencia del incremento radial de la posición de la copa. Desarrollaron un modelo de crecimiento individual en diámetro bajo 2 condiciones de competencia de copa y detectaron que los ritmos de crecimiento son distintos. La culminación del crecimiento fue a los 62 y 52 años, para el estrato superior e inferior, respectivamente, alcanzando crecimientos máximos de 3,03 mm/año para dominantes y 1,92 mm/año para los inferiores.

Para el incremento en volumen también existen variadas observaciones. Donoso (1993) en Alto Mañihuales, Región de Aysén observó un incremento medio anual de 4-5 m³/ha/año, Rodríguez (2002) midió en la misma zona incrementos entre 0,8-4,6 m³/ha/año y Silva 2005 en Última Esperanza, Magallanes 4,1 y 4,4 m³/ha/año con y sin manejo, respectivamente, donde la situación sin manejo desciende a cero al descontar la tasa de mortalidad.

En términos de la altura el crecimiento es moderado. Existen diversos estudios que analizaron este parámetro bajo condiciones sin manejo y con manejo que fueron recopilados y sistematizados por Ugalde (2006). Según estos datos los incrementos medios anuales en Aysén varían entre 14 cm y 27 cm, y en Magallanes entre 5 cm y 29 cm, no pudiendo identificarse diferencias entre las situaciones con y sin manejo.

4. METODOLOGÍA

4.1. Selección del Área de Estudio

Se seleccionó un bosque de lenga en estado de renoval ubicado en la comuna de Coyhaique, que fue sometido a un raleo al menos 10 años antes de la fecha del estudio.

Para la búsqueda de este tipo de condiciones se revisaron las carpetas de planes de manejo ejecutados en la comuna de Coyhaique.

Una vez seleccionado un listado de predios potenciales, se consultó la siguiente información para la elección final:

Coberturas digitales actualizadas del Catastro de Bosque Nativo (CONAF 2014);

Registro digital de beneficiarios de Programa de Manejo Sustentable del Bosque Nativo de CONAF

Consulta a profesionales extensionistas y silvicultores de la región.

4.2. Caracterización de la Estructura Forestal

Una vez elegido el sitio, se seleccionó un rodal en donde se caracterizó la estructura forestal, para los cual se delimitaron parcelas de diámetro fijo (200 m²) y geometría circular. El diseño de las parcelas corresponde a una modificación del tipo de diseño utilizado por INFOR en su Inventario Forestal Continuo.

En el sitio se registró la siguiente información a nivel de rodal:

- Fecha de instalación, brigada de medición, antecedentes de ubicación del sitio, estado de desarrollo, exposición, pendiente media y altitud.

En la unidad de muestreo se registraron las siguientes variables de cada árbol:

- Clase Social (CS). En base a la posición relativa y tamaño de la copa de cada individuo en el estrato vertical, se clasificó los árboles como dominantes, intermedios y suprimidos.

a. Dominantes: Aquellos individuos cuyas copas se extienden sobre el nivel general del dosel superior, recibiendo plena luz desde arriba y parcialmente de los lados. Sus copas son bien desarrolladas.

b. Intermedios: Aquellos individuos de copas comprimidas que apenas alcanzan el dosel y reciben escasa luz solar directa.

c. Suprimidos: Aquellos individuos cuyas copas se encuentran completamente por debajo del dosel y no reciben luz solar directa.

- Diámetro a la Altura del Pecho (DAP a 1,30 m)

- Altura Total (HT), utilizando un VERTEX. Se registraron 2 árboles por clase social.

- Espesor de Corteza (EC), obtenido con un calibrador de corteza.

4.3. Variables de Rodal

En base a las mediciones individuales se estimaron las siguientes variables de rodal:

- Edad. Fue determinada a partir del conteo de anillos de crecimiento en tarugos de barreno previamente montados y pulidos a espejo (años).

- Altura media (HM). Se calculó como el promedio de la altura total de las clases sociales presentes en cada parcela (m).

- Diámetro cuadrático medio (DCM).

- Área basal (AB): (m²/ha).

- Densidad (N): (ind/ha)

- Cobertura de copas: (%) Para la estimación de la cobertura de copa y la variabilidad lumínica en el sitio se tomaron fotos hemisféricas con un lente ojo de pescado (campo visual 180°) del dosel arbóreo, a 1 m de altura desde el suelo, durante la temporada de crecimiento correspondiente a la máxima expansión foliar. Se tomaron diez fotografías bajo la condición de cobertura del sitio.

4.4. Evaluación del Crecimiento

4.4.1. Extracción de Tarugos

Se extrajeron 20 tarugos del sitio de muestreo (1 tarugo por individuo). De estos, 10 tarugos en un rodal con manejo y 10 tarugos en el rodal sin manejo. El muestreo se llevó a cabo entre los meses de mayo y julio de 2019.

La obtención de muestras, se realizó de acuerdo a metodologías estandarizadas descritas por Stokes and Smiley (1968). Se obtuvieron tarugos de individuos vivos de lenga

mediante perforación con barrenos de incremento a la altura del DAP y en forma perpendicular al fuste. Las muestras obtenidas fueron depositadas en bombillas plásticas para prevenir daños y preservar los segmentos fracturados de cada tarugo, con su respectiva codificación.



Figura N° 3
OBTENCIÓN DE TARUGOS MEDIANTE PERFORACIÓN CON BARRENO A LA ALTURA DEL DAP

4.4.2. Procesamiento y Cofchado de las Muestras

Las muestras fueron preparadas siguiendo las técnicas dendrocronológicas descritas por Stokes and Smiley (1968). Esto incluye el montaje de los tarugos sobre molduras acanaladas y el posterior lijado utilizando papel de lija de granulometría ascendente (entre 150 a 800 granos/cm²).

Una vez lograda la perfecta visualización de los anillos de crecimiento, se procede al fechado de cada muestra bajo lupa estereoscópica. Para el fechado de las muestras se sigue la convención de Schulman (1956) para el hemisferio sur y a cada anillo de crecimiento se le asigna el año calendario en el cual comenzó su crecimiento. Posteriormente al fechado se realizó la medición de los anillos para cada una de las muestras, utilizando un dendrómetro VELMEX Inc. con una precisión de 0,001 mm.



Figura N° 4
ANÁLISIS Y FECHADO DE TARUGOS BAJO LUPA ESTEREOSCÓPICA

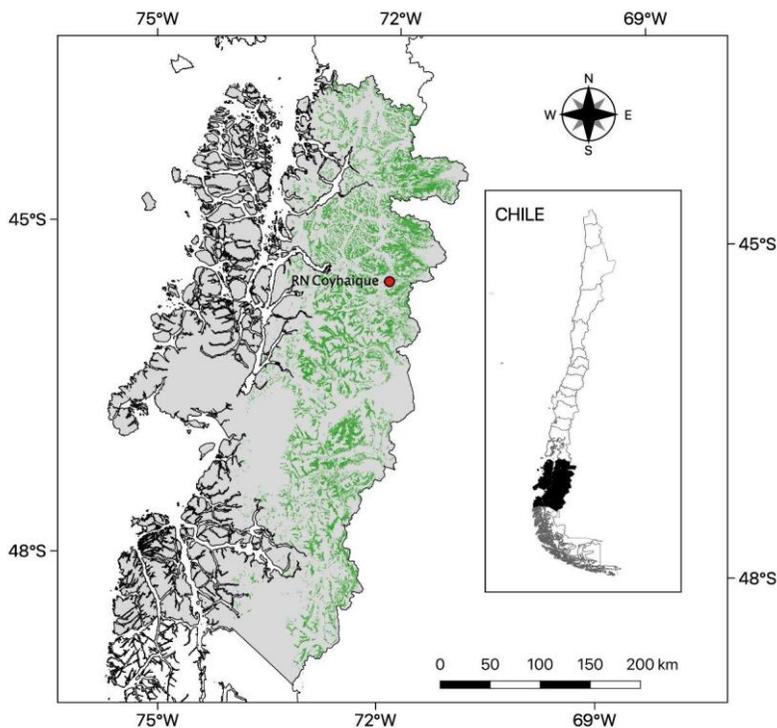
Para verificar la calidad del fechado y detectar posibles errores de medición, se utiliza el programa computacional COFECHA (Holmes, 1983). Para las series en las que el programa COFECHA identifica errores en el fechado y que una vez revisadas bajo lupa no se logra identificar el error, se grafican utilizando la rutina BARPLOT de la librería de programas dendrocronológicos (DPL), el cual muestra la desviación estándar de cada serie individual.

A través de la comparación de la serie a evaluar con la serie maestra o promedio creada por el COFECHA se identifica, de manera correcta, el o los anillos que por error se pudieron haber omitido o simplemente corresponden a anillos ausentes en la muestra.

5. RESULTADOS

5.1. Área de Estudio

El estudio se realizó en la comuna de Coyhaique, Región de Aysén. Se seleccionó un renoval de lenga ubicado en la Reserva Nacional Coyhaique ($45^{\circ}52' \text{ LS}$ y $72^{\circ}03' \text{ LW}$), a una elevación de 746 msnm y distante a 3 km de la ciudad de Coyhaique (Figura N° 5).



(Fuente: Modificado de CONAF, 2014)

Figura N° 5
DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES DE LENGAS EN LA REGIÓN DE AYSÉN
Y UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

Esta zona se caracteriza por presentar un clima de estepa fría de vertiente oriental de los Andes Patagónicos y está protegida por el cordón montañoso de la cordillera, lo que permite una disminución notable de las precipitaciones en comparación con el sector de archipiélagos (clima oceánico) que se encuentran en la misma latitud. En el lado oriental los valores de las precipitaciones fluctúan entre los 800 a 1200 mm anuales.

Se tomaron registros de las variables climáticas imperantes obtenidos desde la estación meteorológica permanente El Claro, ubicada a 5 km de la capital regional. Las variables registradas por los equipos meteorológicos fueron la temperatura media del aire (Figura N° 6) y las precipitaciones (Figura N° 7).

De acuerdo a la clasificación de Köppen, el clima de la Región de Aysén corresponde a Trasandino con Degradación Esteparia y se caracteriza por un volumen de precipitaciones e gran intensidad de vientos intensidad.

La temperatura media y media mínima anual es de 8,7 °C y 3,9 °C, respectivamente. La máxima de enero es de 18,7 °C y la mínima de julio es de -0,7 °C.

La precipitación media anual es de 1.200 mm (IREN, 1979), con un periodo corto de escasez de precipitación entre enero y febrero. Los vientos promedios fluctúan entre 37 y 56 km/h, con ráfagas de 60 - 80 km/h en época de primavera.

La temperatura muestra una marcada tendencia a medias mensuales inferiores a 10 °C gran parte del año. Durante los períodos de evaluación de ensayos, la temperatura media anual del año 2018 fue de 5,9 °C. Las temperaturas mínimas se presentaron en los meses de junio y julio con promedios de -0,5 y -0,4 °C, respectivamente.

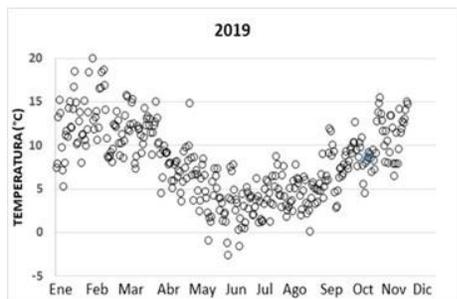
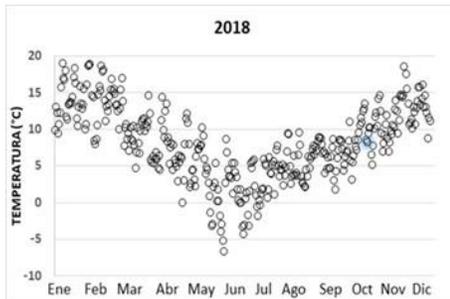
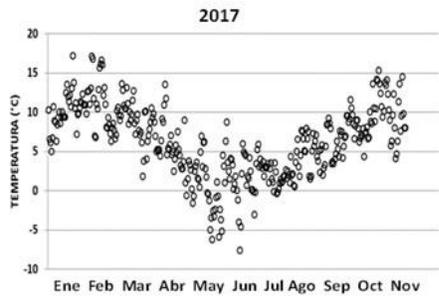
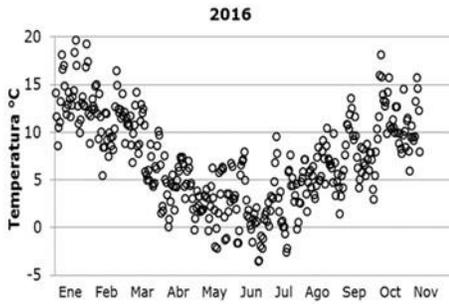
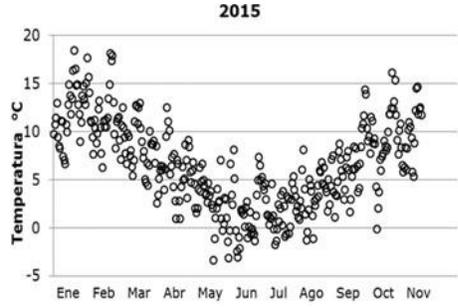
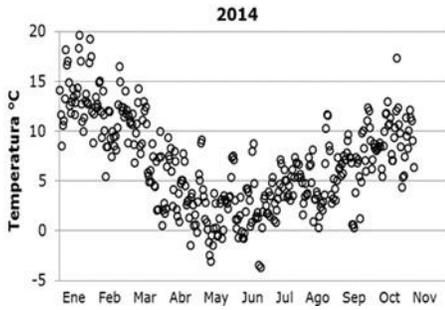
Si bien la temperatura podría generar una disminución de la temperatura del bosque por convección, la estructura del bosque y del suelo permite la mantención de esta un poco más alta y permite el desarrollo y crecimiento normal para las especies adaptadas a estas condiciones del ambiente.

En términos de precipitaciones, el mes de septiembre presentó los valores más altos de precipitación acumulada con valores de 106 mm, mientras que diciembre fue el mes que presento menor precipitación acumulada de la temporada, con solo 13,1 mm/año. La precipitación acumulada anual fue de 707 mm.

Finalmente, se presenta un gráfico sobre el Índice de Oscilación del Sur (SOI), que da una indicación del desarrollo y la intensidad de los eventos de El Niño o La Niña en el Océano Pacífico. El SOI se calcula utilizando las diferencias de presión entre Tahití y Darwin.

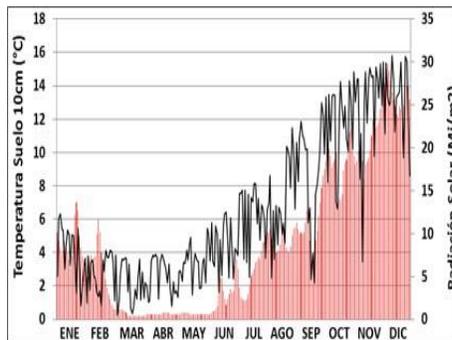
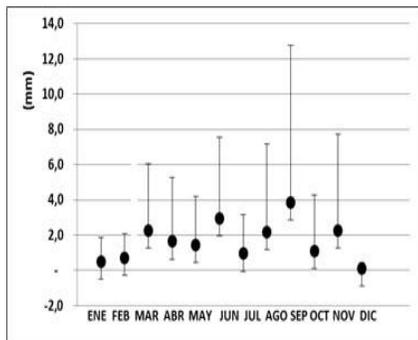
Los valores negativos sostenidos del SOI inferiores a -7 a menudo indican episodios de El Niño. Estos valores negativos generalmente van acompañados de un calentamiento sostenido del Océano Pacífico, una disminución de la fuerza de los vientos alisios del Pacífico y una reducción de las lluvias de invierno y primavera.

Los valores positivos sostenidos de SOI superiores a +7 son típicos de un episodio de La Niña. Están asociados con vientos alisios más fuertes del Pacífico y temperaturas más cálidas del mar.



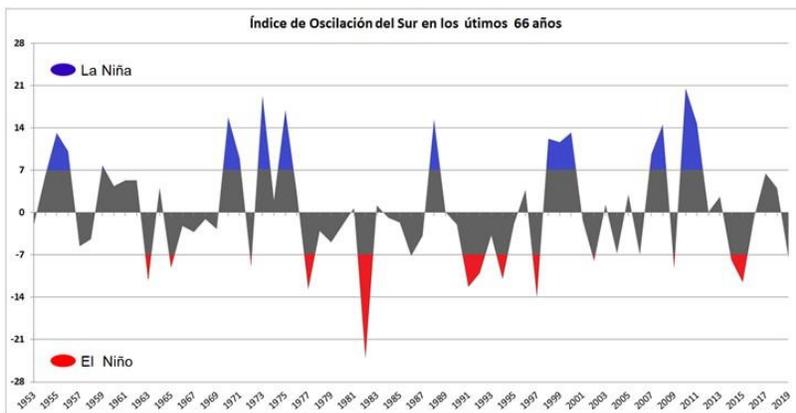
(Fuente: Elaboración propia en base a <http://agromet.inia.cl>).

Figura N° 6
TEMPERATURAS DEL AIRE EN TEMPORADAS 2014 A 2019 ESTACIÓN METEOROLÓGICA EL CLARO



(Fuente: Elaboración propia en base a <http://agromet.inia.cl>).

Figura N° 7
PRECIPITACIÓN ANUAL, TEMPERATURA DEL SUELO (10 cm) Y RADIACIÓN SOLAR DURANTE LA TEMPORADA 2018, ESTACIÓN METEOROLÓGICA EL CLARO



(Fuente: Oficina de Meteorología de Australia <http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml>).

Figura N° 8
ÍNDICE DE OSCILACIÓN DEL SUR (SOI) EN LOS ÚLTIMOS 66 AÑOS

Respecto del suelo, el sitio posee un suelo que pertenece a la asociación Coyhaique, serie Fraile Alto, exposición oeste y topografía suave a plana. La vegetación es un rodal de monte alto, de un solo estrato, con presencia predominante de lenga (93%) acompañada en menor proporción por coigüe (7%).

La cobertura de copas es densa, en los árboles dominantes las copas son delgadas y cortas, con copas vigorosas y sanas en la actualidad. Mientras que en la capa inferior las copas están muriendo. Se trata de un rodal inestable, con valores de H/D entre 80 y 100 para el dosel superior (Cuadro N° 3).

Cuadro N° 3
ANTECEDENTES DEL RODAL UBICADO EN LA RESERVA NACIONAL COYHAIQUE ANTES DEL RALEO

Rodal	Densidad (ind/ha)	Edad (años)	Estabilidad (H/D)
RNC	6032	40 a 50	80 -100

5.2. Historia del Rodal

En el año 1996 se realizó un raleo por lo alto, se seleccionaron 63 árboles futuros con fuste recto, sin heridas y de más de 6 m de altura. Se eliminaron árboles del estrato superior de mala forma o con fustes fuertemente dañados y los árboles del dosel inferior si estuvieran dañando los árboles de buena calidad de la capa superior. El raleo fue efectuado de forma que permita la prolongación de la poda natural de los individuos de mejor calidad. Posteriormente en el año 2003 se realizó un segundo raleo con apoyo de los alumnos del Liceo Agrícola de la Patagonia siguiendo similares prescripciones técnicas (Figura N° 9).



Figura N° 9
INTERVENCIÓN DE RALEO

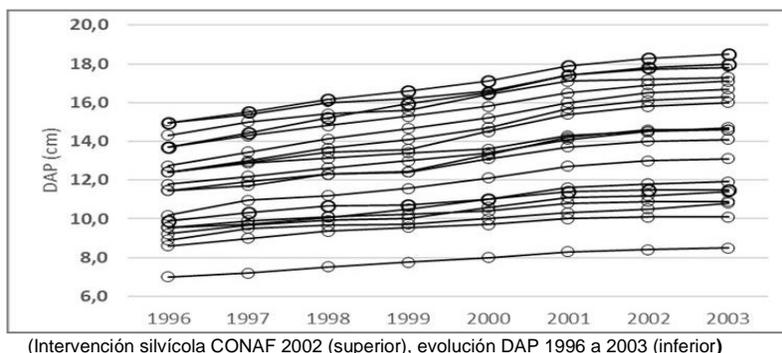


Figura N° 10
EVOLUCIÓN DEL DAP 1996 - 1993

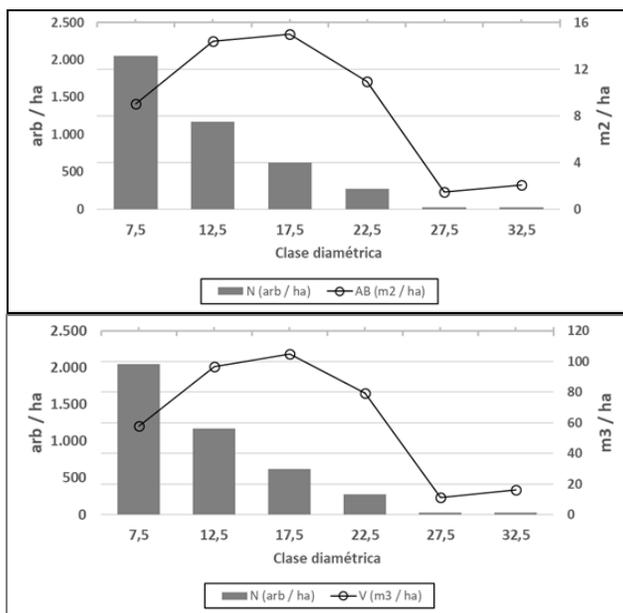
5.3. Parámetros Dasométricos Actuales

El inventario que se realizó en el rodal entregó los resultados que se muestran en los Cuadros N° 4 y N° 5, donde se aprecia una disminución de la densidad de un 30% aproximadamente.

Cuadro N° 4
PROMEDIOS Y DESVÍOS DE LAS VARIABLES DE ESTRUCTURA FORESTAL DEL SITIO
ANTES Y DESPUÉS DEL RALEO

Estadígrafos	Densidad (ind/ha)		Área Basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
	Antes raleo	Después raleo		
Media	6.032	4.175	53,0	366,3
Desv. Estándar		35	2,34	
Varianza		1.250	5	
C. Variación		0,85%	4,42%	

El raleo realizado fue por lo bajo, para aplicarlo se observó la posición relativa de las copas de los árboles individuales, eligiendo individuos de las posiciones subordinadas (clases de copa inferiores) para extraer. Esta forma de corta es la más común y se basa en la extracción de árboles más pequeños y con menos diámetro logrando seguir el curso natural de desarrollo del rodal.



(AB superior y V inferior)

Figura N° 11
VARIABLES ACTUALES DESPUÉS DEL RALEO

La intervención dejó un 21% de árboles dominantes en el rodal y de este grupo se obtuvieron los tarugos para el análisis del crecimiento. La mayor proporción de árboles está actualmente en el segmento de suprimidos con un 47% de participación.

Cuadro 5
CARACTERIZACIÓN DE VARIABLES DE RODAL DESPUÉS DEL RALEO

Estrato	Diámetro medio (cm)	Altura media (m)	Espesor corteza (mm)	Mortalidad (%)
Dominantes	19,2	21,0	0,5	0,6
Intermedios	12,4	17,7	0,4	0,6
Suprimidos	7,7	11,6	0,3	17,8

El diámetro y altura media de los dominantes fue de 19,2 cm y 21 m, respectivamente, mientras que la mortalidad de este grupo fue solo de un 0,6%. El grupo de suprimidos presentó la mayor proporción de árboles muertos con cerca de un 18% del total.

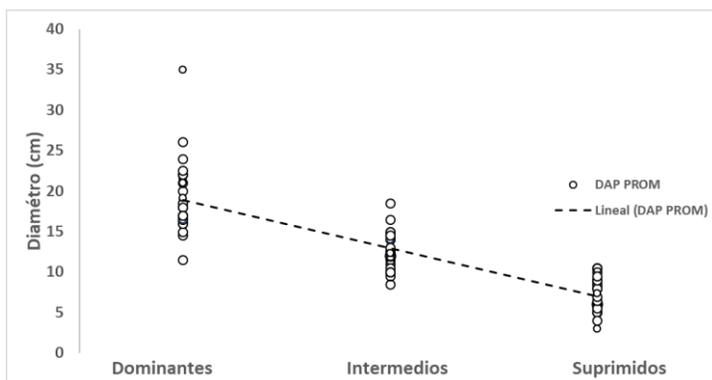


Figura N° 12
DIÁMETROS MEDIOS DEL RODAL POR CLASE SOCIAL

El promedio del diámetro de los árboles intermedios y suprimidos fue de 12,4 cm y 7,7 cm, respectivamente, mientras que las alturas medias para ambos grupos fueron de 17,7 m y 11,6 m, respectivamente.

La clase social de las copas se presenta en la Figura N° 13, donde es posible diferenciar gráficamente la dominancia en base a cada clase diamétrica. Se observa claramente la alta proporción de árboles suprimidos en la clase inferior (94%), mientras que esta tendencia disminuye en la medida que aumenta el DAP (16, 7 y 0% respectivamente), incluso con DAP mayores a 20 cm desaparecen los árboles suprimidos. Los árboles intermedios se concentran en la clase diamétrica 12,5 cm con un 81% de participación y desaparecen en DAP > 20 cm.

Los árboles dominantes comienzan a ser predominantes sobre la clase 17,5 cm (69%) y con participaciones de 100% en las clases superiores. A escala de rodal, las clases sociales que dominan son; suprimidos (S), intermedios (I) y dominantes (D) con un 44%, 34% y 22% de participación porcentual, respectivamente.

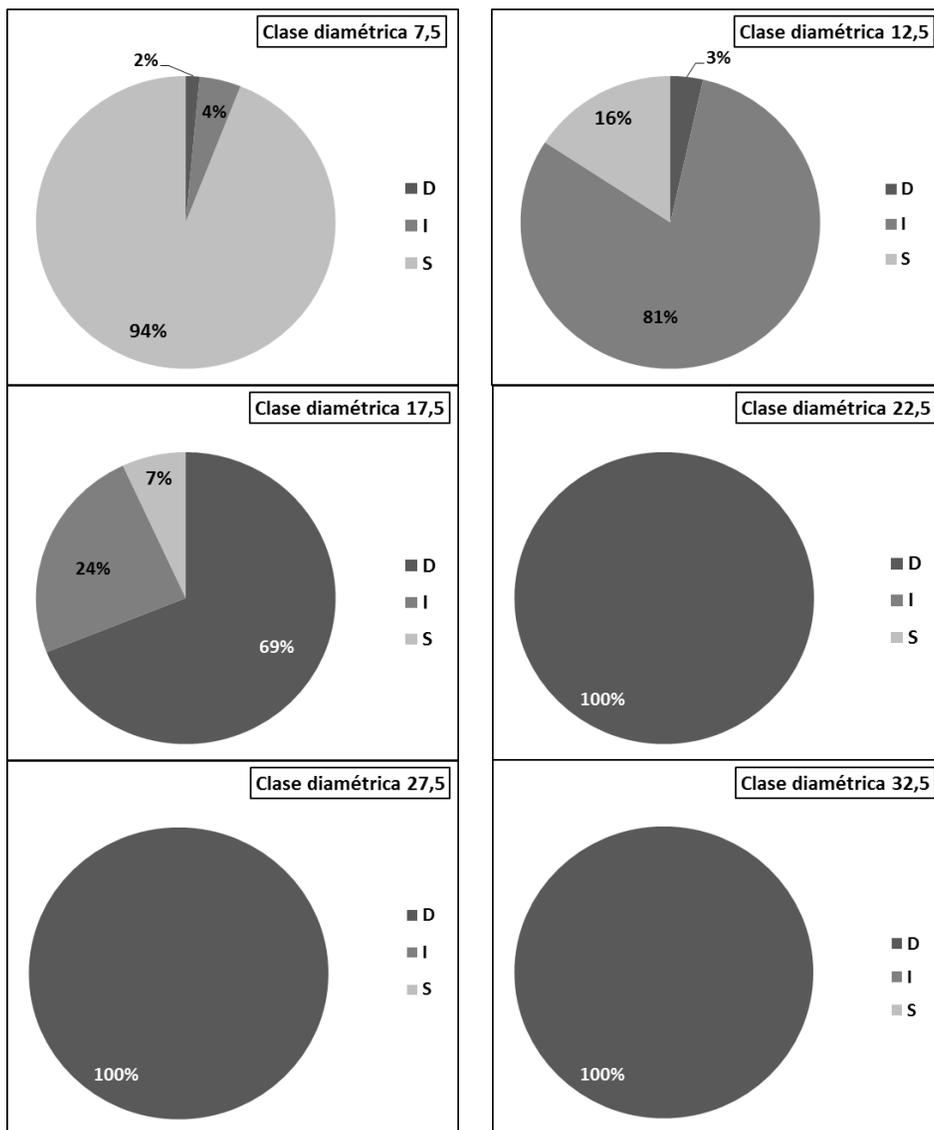


Figura N° 13
PARTICIPACIÓN DE LA POSICIÓN RELATIVA DE LAS COPAS

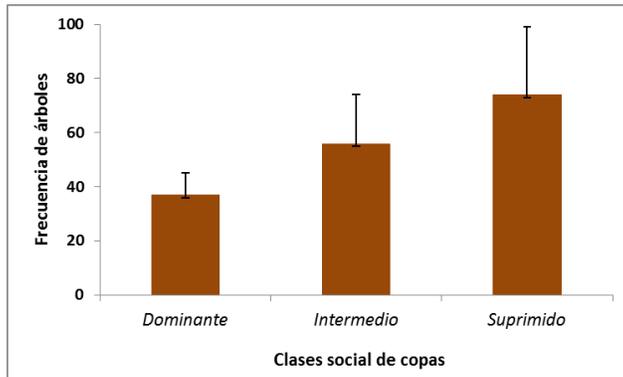


Figura N° 14
PARTICIPACIÓN DE LA POSICIÓN RELATIVA DE LAS COPAS

5.4. Factores Lumínicos

Las variaciones en los regímenes lumínicos al interior del bosque provocan cambios en la composición de las especies de los estratos inferiores, el sotobosque y el estrato herbáceo, a través del tiempo. Poder cuantificar estas variaciones es importante para entender las interrelaciones que ocurren bajo el bosque, situación que se resuelve con la utilización de las fotografías hemisféricas.



Figura N° 15
FOTOGRAFÍAS HEMISFÉRICAS DEL SITIO EVALUADO. IMAGEN COLOR ORIGINAL (IZQUIERDA)
IMAGEN CON UNA APLICACIÓN DE *TRESHOLD* (DERECHA)

Se tomaron 10 fotografías hemisféricas bajo los individuos seleccionados, a 1 m de altura desde el suelo. Cada imagen fue procesada y cortada en cuadrados para definir claramente los límites de las imágenes y el centro. Para realizar la búsqueda de umbrales (*threshold classification*) todas las imágenes fueron transformadas a blanco y negro, y luego se procedió a utilizar un método automático de búsqueda de este umbral con software *SideLook* 1.1.01. Para el análisis de las fotografías ya con umbral definido en forma automática, se utilizó software *Gap Light Analyzer*

(GLA). Los resultados de los principales parámetros entregados por las fotografías hemisféricas se muestran en el Cuadro N° 6.

**Cuadro N° 6
PARÁMETROS LUMÍNICOS DEL BOSQUE**

	Sky Area (%)	Mask Area (%)	Canopy Openness (%)	Effective leaf area index (LAI)		Trans Direct (%)	Trans Diffuse (%)	Trans Total (%)	Cobertura (%)
				Ring 4	Ring 5				
1	99,89	0,11	11,98	2,33	2,18	15,22	17,39	16,30	88,02
2	99,90	0,10	13,02	2,17	2,06	19,45	18,30	18,87	86,98
3	99,90	0,10	12,57	2,29	2,12	16,80	18,22	17,51	87,43
4	99,91	0,09	11,89	2,42	2,14	15,63	16,55	16,09	88,11
5	99,90	0,10	13,70	2,22	1,96	15,42	18,85	17,14	86,30
6	99,98	0,11	14,74	2,05	1,91	20,82	20,84	20,83	85,26
7	99,89	0,11	17,48	1,74	1,74	25,49	24,92	25,20	82,52
8	99,88	0,12	15,16	2,09	1,95	20,11	22,56	21,33	84,84
9	98,89	0,11	11,50	2,38	2,25	18,30	16,77	17,54	88,50
10	98,89	0,11	11,87	2,31	2,18	23,04	16,84	19,94	88,13
Media	99,70	0,11	13,39	2,20	2,05	19,03	19,12	19,08	86,60
min	98,890	0,090	11,500	1,740	1,740	15,220	16,550	16,090	82,520
max	99,980	0,120	17,480	2,420	2,250	25,490	24,920	25,200	88,500
Desv. Standard	0,429	0,008	1,906	0,202	0,157	3,448	2,795	2,821	1,906
Varianza	0,184	0,000	3,634	0,041	0,025	11,885	7,812	7,959	3,634

Área del cielo/Sky Area (%)	Es el área porcentual del hemisferio del cielo que se encuentra por encima del horizonte efectivo. Si el horizonte efectivo está a 90o (es decir, sin máscara topográfica), entonces% del área del cielo será igual al 100 por ciento. Sin embargo, si el horizonte efectivo es inferior a 90o, entonces el área del cielo visible será inferior al 100 por ciento.
Área de máscara/ Mask Area (%)	Es el área porcentual del hemisferio del cielo que está obstruida por la topografía circundante.
Apertura del dosel/ Canopy Openness (%)	Es el porcentaje de cielo abierto visto desde debajo del dosel del bosque. Esta medida se calcula únicamente a partir de la fotografía hemisférica, y no tiene en cuenta la influencia de la topografía circundante.
Trans Direct (%)	Es la cantidad de radiación solar directa transmitida por el dosel y la máscara topográfica (en proporción).
Trans Difuso (%)	Es la cantidad de radiación solar difusa transmitida por el dosel y la máscara topográfica (en proporción).
Trans Total (%)	Es la suma de Trans Direct y Trans Diffuse.

Respecto de la situación lumínica, el bosque de lenga presentó una cobertura de copa de 86,6% con máximos y mínimos de 82,52 y 88,50% respectivamente. En tanto, la apertura del dosel presentó una media de 13,39% con un rango de amplitud de 5,98% entre el mínimo y máximo valor.

La radiación solar difusa (ISF) que llega al bosque de lenga es en promedio 19,12%, mientras que la radiación solar directa es de 19,02%.

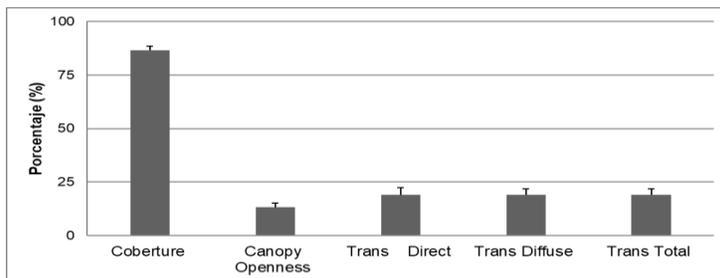


Figura N° 16
PARÁMETROS LUMINICOS BOSQUE DE LENGUA

5.5. Crecimiento de Renovales de Lengua

La evaluación del crecimiento en diámetro se realizó en un renoval con individuos cuyas edades mínimas van desde los 42 a los 58 años. En el sitio se eligieron 10 árboles con manejo (CM) y 10 árboles sin manejo (SM). La edad de cada grupo de se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 7
EDAD DE LOS ÁRBOLES MUESTRA

Muestra (n=10)	Edad promedio (años)	Rango de edad (años)	
		Máximo	Mínimo
CM	53 ± 3,5	57	45
SM	51 ± 5,5	58	42

Los individuos liberados a través del manejo, estaban marcados en el sitio y venían de una selección anterior. Mientras que los árboles sin manejo fueron elegidos pie a pie, considerando competencia directa y sin tener rasgo de liberación en las intervenciones antiguas.



Figura N° 17
ÁRBOL (CM) SELECCIONADO CON LIBERACIÓN DE COMPETENCIA (IZQUIERDA)
ÁRBOL (SM) SELECCIONADO CON COMPETENCIA DIRECTA (DERECHA)

Se observó diferencia entre el diámetro de los árboles SM y CM evaluados, la media fue de $14,6 \pm 1,85$ y $22,5 \pm 1,71$ cm, respectivamente, mientras que la altura observada para el mismo grupo fue de $20,1 \pm 1,23$ y $21,1 \pm 0,98$ cm, respectivamente (Figura N° 18).

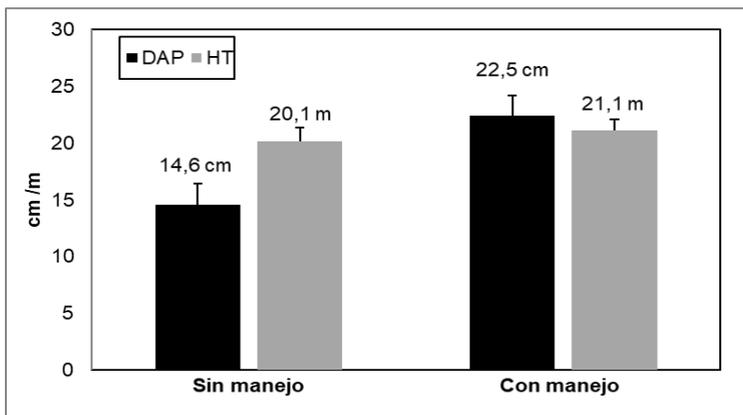


Figura N° 18
DIÁMETRO Y ALTURAS MEDIAS DE LOS ÁRBOLES EVALUADOS CM Y SM

En la Figura N° 19 se puede apreciar las tasas de crecimientos para los árboles con y sin manejo, desde 1977 a 2018. Al analizar y comparar las curvas de árboles CM y SM, se aprecia que hasta el año 1981 vienen creciendo a una tasa similar de ICA e IMA.

Se observa un incremento significativo posterior al año 1982 (flecha naranja en Figura N° 19), sin embargo, no se tiene información de intervención silvícola en esa fecha.

Después de equilibrarse el efecto del posible raleo, las tasas de crecimiento siguen estables y creciendo en forma similar hasta el año 1995.

Posteriormente se observa un claro aumento en las tasas de crecimiento promedio, posterior a las dos intervenciones silviculturales informadas por CONAF, que se realizaron entre los años 1995-1996 y 2003-2004 respectivamente.

El bosque tuvo una respuesta positiva posterior a la intervención, la que no fue evidenciada en los individuos que no fueron manejados.

En los siguientes cinco años después del primer raleo (1996 - 2000), el promedio de crecimiento de los árboles con manejo fue de 2,5 mm/año, logrando un peak en el año 1997 con 2,69 mm/año, mientras que los árboles sin manejo solo tuvieron un promedio de 1,27 mm/año, esto es un crecimiento un 97% mayor para árboles manejados en comparación con los que no fueron intervenidos.

El segundo raleo (2003 – 2004) también provocó un impacto positivo en el crecimiento. Esta intervención logro una tasa de crecimiento en los siguientes cinco años de aplicado el raleo de 2,38 mm/año, en comparación con los individuos no intervenidos que solo crecieron a un promedio de 0,98 mm/año en el mismo periodo de tiempo.

El efecto del raleo hizo aumentar la tasa de crecimiento de los árboles raleados en un 143%, en comparación con aquellos sin intervención.

Otro aspecto importante a destacar el tiempo que dura el efecto de los raleos, que en definitiva explicaría los años de aplicación de raleos para esta especie. Para ambos raleos el efecto duro entre 7 a 10 años.

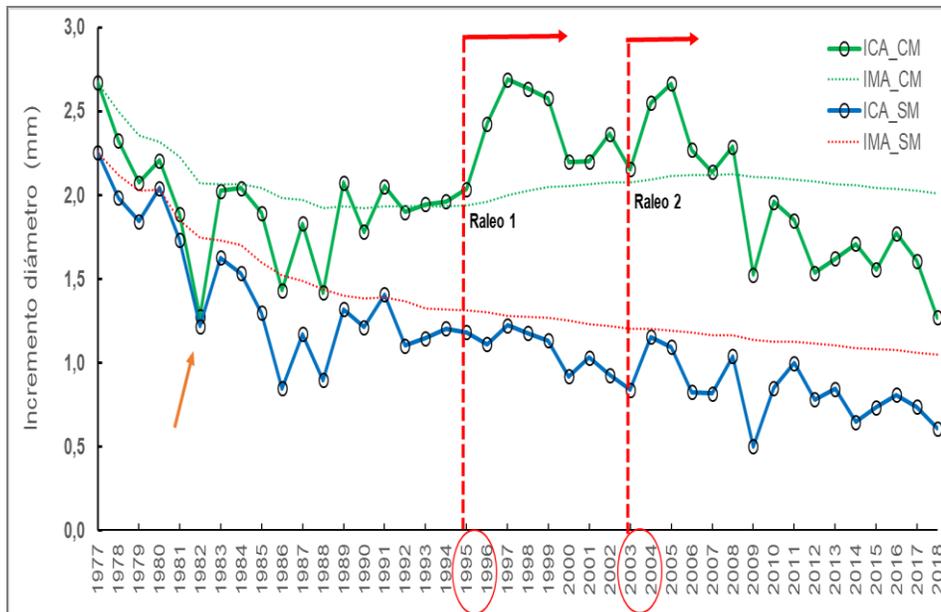


Figura N° 19
EFFECTO DE RALEO EN EL INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA) Y ANUAL MEDIO (IMA)
EN DIÁMETRO

Quando el análisis se hace en forma individual, tal como se muestra en las Figuras N° 20 y N° 21, donde se presenta el crecimiento desde el año 1977 al 2018 es posible visibilizar con mayor claridad el efecto a nivel de árbol, logrando entender la competencia directa de los árboles acompañantes post raleo.

En relación al crecimiento de los árboles con manejo, se observó el mayor incremento en los árboles n° 5 y 9 que arrojaron crecimientos anuales de 4,15 y 3,95 mm, producidos en los años 1997 y 2004, respectivamente, que son el año siguiente a las intervenciones en cada caso.

En los árboles sin manejo, en tanto, el menor incremento se obtuvo en los árboles n° 3 y 5 con valores de 0,090 y 0,295 mm/año, ambos durante el año 2018, lo que da cuenta de la necesidad de hacer una intervención en el bosque.

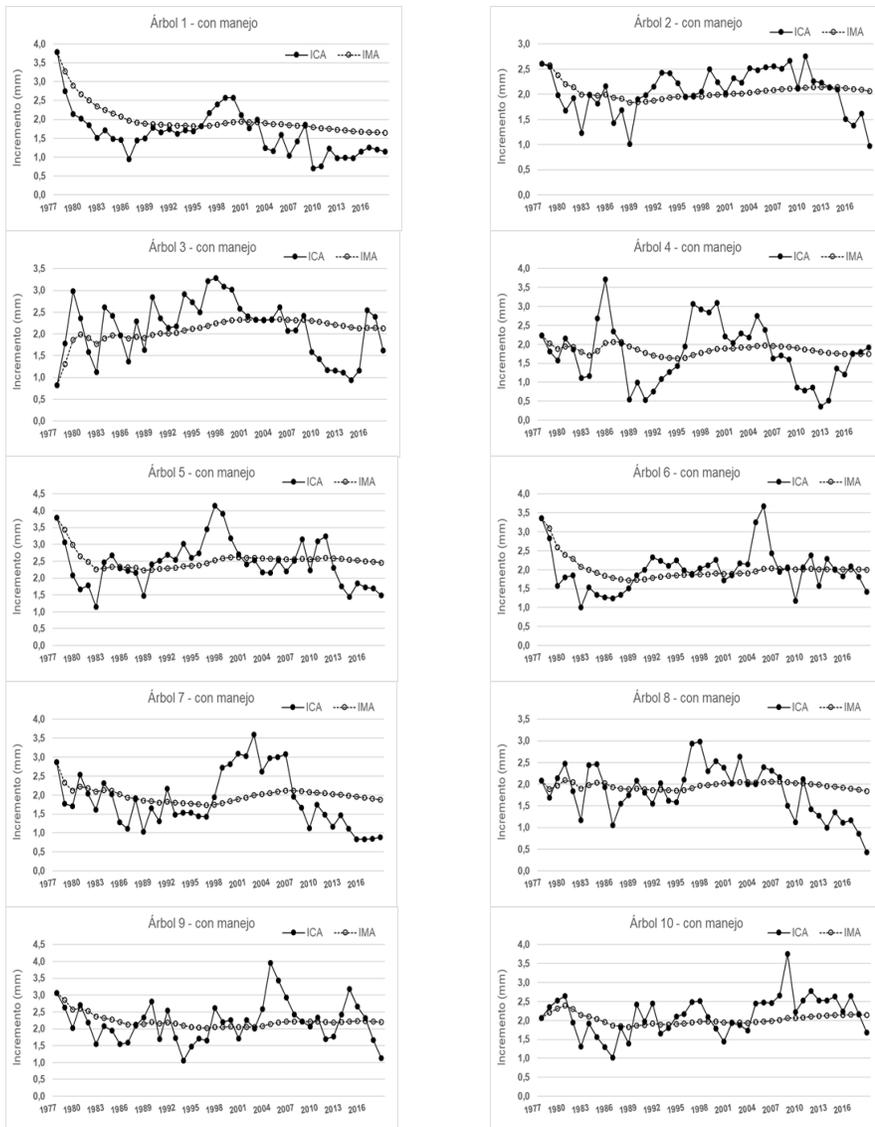


Figura N° 20
INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA) Y ANUAL MEDIO (IMA) EN DIÁMETRO PARA ÁRBOLES
INDIVIDUALES DE UN RODAL CON MANEJO (CM)

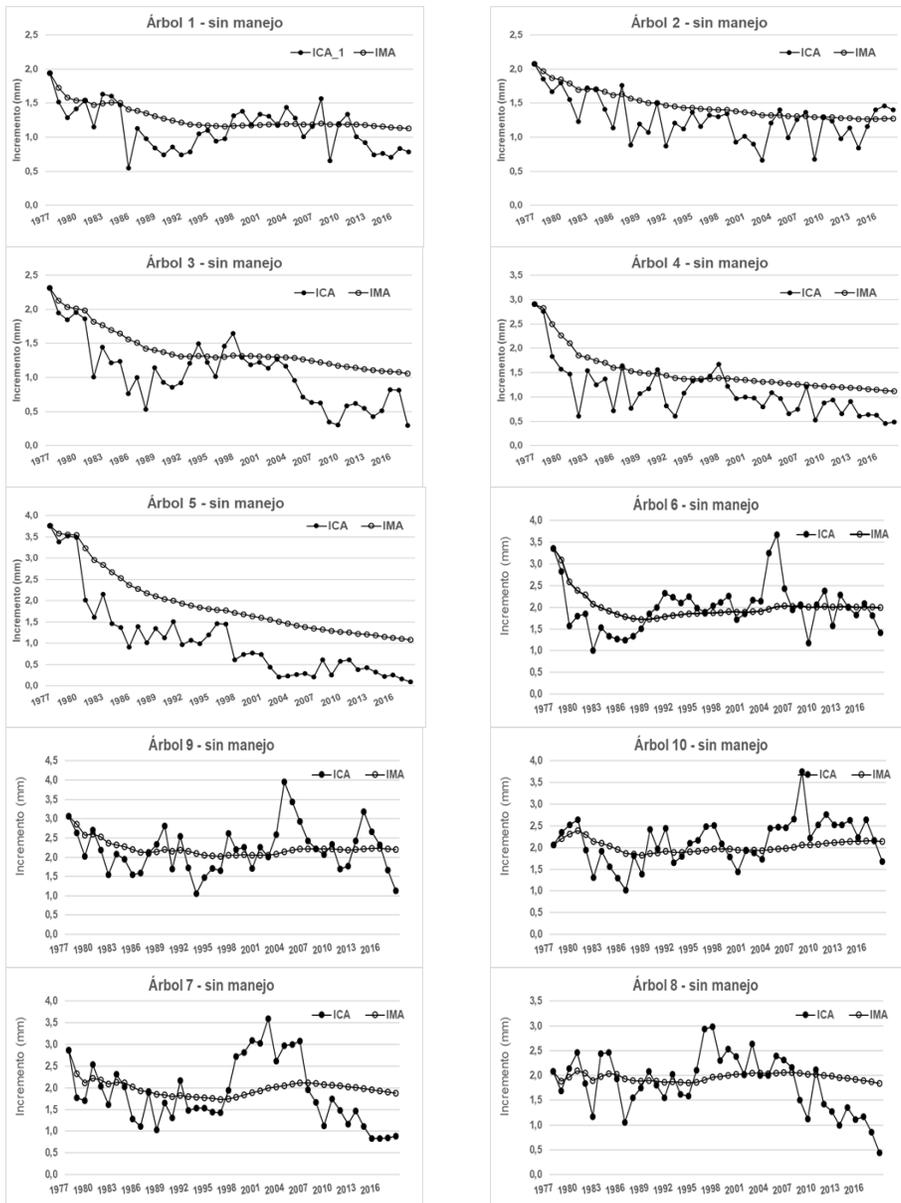


Figura N° 21
INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA) Y ANUAL MÉDIO (IMA) EN DIÁMETRO PARA ÁRBOLES
INDIVIDUALES DE UN RODAL SIN MANEJO (SM).

En el Cuadro N° 8 y en la Figura N° 22 se refleja el crecimiento promedio y acumulado de árboles de lenga con y sin manejo. Respecto del crecimiento promedio de los renovales de lenga sin manejo evaluados, inician altos incrementos en edades juveniles y posteriormente tienden a disminuir.

Cuadro N° 8
CRECIMIENTO DIAMÉTRICO PROMEDIO Y ACUMULADO CON Y SIN MANEJO

Periodo (años)	Crecimiento promedio (mm)		Crecimiento acumulado (mm)	
	Sin manejo	Con manejo	Sin manejo	Con manejo
0 – 10	1,666 ± 0,55	2,059 ± 0,48	17,380 ± 4,87	20,777 ± 4,83
10 – 20	1,526 ± 0,36	1,959 ± 0,34	15,261 ± 3,62	19,592 ± 3,42
20 – 30	1,166 ± 0,14	1,908 ± 0,51	11,657 ± 1,35	19,808 ± 4,54
30 – 40	0,998 ± 0,26	2,223 ± 0,30	10,064 ± 2,61	22,310 ± 3,12
40 – 50	0,787 ± 0,29	1,922 ± 0,48	8,189 ± 3,27	19,291 ± 5,62
50 – 60	0,769 ± 0,30	1,497 ± 0,46	-	-

El mayor incremento se observó dentro de los primeros 10 años de edad, logrando acumular 17,38 mm en este periodo. Mientras que los árboles sometidos a manejo logran incrementos promedios anuales de 1,93 mm, presentando los mayores incrementos entre los 30 – 40 años (2,223 mm/año), con un acumulado de 22,31 mm en el periodo.

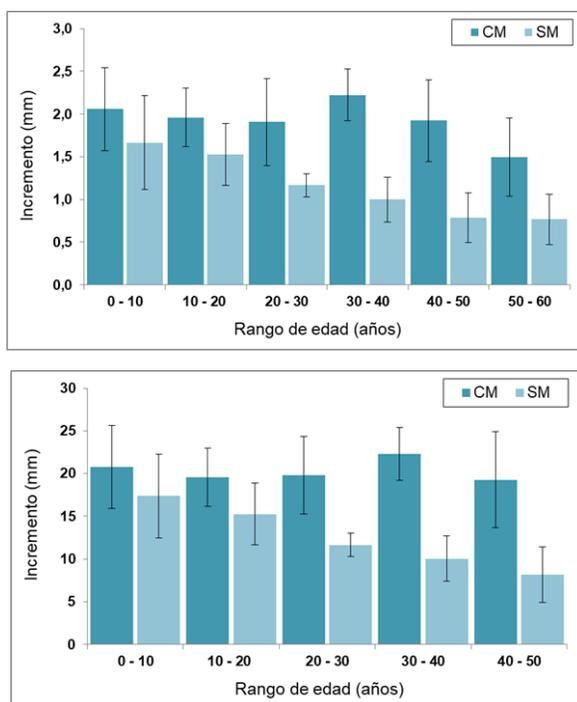


Figura N° 22
INCREMENTO DIAMÉTRICO PROMEDIO Y ACUMULADO POR RANGOS DE EDAD

Finalmente, existen eventos dentro del rango de edad de los árboles de lenga, donde por diversos factores bióticos y/o abióticos, la tasa de crecimiento impacta en forma negativa provocando fuertes retrasos al crecimiento como lo muestra la Figura N° 23 en los años 1982 y 2010.

Por lo anterior, se ingresa al gráfico el índice de oscilación del sur (SOI) que describe los episodios de la presencia de fenómenos climáticos de Niña y Niño. La curva de color naranja indica este índice y refleja claramente dos episodios del fenómeno del Niño en los años 1982 y 2010 que pudiera explicar algunos años anómalos en crecimiento.



Figura N° 23
COMPARACIÓN DE LOS CRECIMIENTOS CORRIENTES Y EL ÍNDICE DE OSCILACIÓN SUR (SOI)

6. CONCLUSIONES

Los resultados de las parcelas de inventarios indicaron que la mortalidad natural de los renovales de lenga fue cercana al 20% de la densidad total. Concentrándose con mayor proporción (>90%) en los árboles suprimidos, que por competencia intraespecífica mueren de forma natural.

El estudio refleja claramente el efecto positivo de la aplicación de los raleos en renovales de lenga. Logrando en el primer raleo (1996) incrementos de 2,5 mm/año por los siguientes cinco años después de la intervención, esto es un crecimiento de un 97% mayor en comparación con la situación sin manejo. Mientras que en el segundo raleo (2003) el incremento de los cinco años posteriores fue de 2,38 mm/año, un 143% mayor a los individuos no intervenidos.

Otro aspecto importante es el tiempo que perdura el efecto de los raleos en el crecimiento de lenga, que explicaría los ciclos de aplicación de raleos para renovales de esta especie. En ambos raleos el efecto positivo en el crecimiento se mantuvo entre 7 a 10 años.

La caracterización y análisis del crecimiento a escala de árbol que presentó este estudio, permitió visibilizar con mayor claridad el efecto individual y entender el efecto de la competencia directa de los árboles acompañantes post raleo, logrando estimar *peak* de crecimiento de hasta 4,15 mm/año. Este método puede servir para futuros programas de mejoramiento genético de la especie.

El crecimiento de lenga en el área de estudio está influenciado entre otros elementos del

sitio, por factores climáticos (temperatura y precipitación, principalmente), que son inducidos por el Índice de Oscilación Sur (SOI). Si bien fenómenos climáticos adversos como el Niño, no pueden explicar el crecimiento de todos los años, es posible explicar algunos eventos más violentos o años anómalos.

7. RECONOCIMIENTOS

INFOR y el equipo de trabajo agradecen al Ministerio de Agricultura por el financiamiento del presente estudio y también a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), en especial a la oficina Regional y Provincial Coyhaique que fueron claves en la entrega de información y autorizaciones para desarrollar este trabajo en la Reserva Nacional Coyhaique.

8. REFERENCIAS

Alvarez, S. G. y Grosse, H., 1978. Antecedentes generales y análisis para el manejo de lenga en Alto Mañihuales, Aysén. Tesis, Ing. Forestal Universidad de Chile (144 pp).

Antequera, S., 2002. Efecto del tipo de corta sobre el rendimiento en madera rolliza y la regeneración natural en un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) de calidad media en la provincia de Chubut, Argentina. 204 p.

Bava, J., 1999a. Los Bosques de lenga en Argentina. En Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. Eds Donoso, C. Lara, A.; Donoso. Ed Universitaria. Santiago. Chile.

Bava, J., 1999b. Aportes ecológicos y silviculturales a la transformación de bosques vírgenes de lenga en bosques manejados en el sector argentino de Tierra del Fuego. CIEFAP. Esquel, Chubut, Argentina. 138 p

Bava, J. y López, P. M., 2006. Cortas de selección en grupo en bosques de lenga de Tierra del Fuego. Revista de Ciencias Forestales – Quebracho N° 13 (77-86)

CONAF, CONAMA y BIRF. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. U. Austral de Chile, Pontificia U. Católica de Chile y U. Católica de Temuco. Santiago, Chile. 90 p.

CONAF, 2014. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Monitoreo de cambios y actualizaciones periodo 1997 – 2014.

Cruz Johnson, P.; Honeyman Lucchini, P. y Caballero Tapia, C., 2005. Bosque, propuesta metodológica de ordenación forestal, aplicación a bosques de lenga en la XI región Bosque Vol. 26 N° 2, agosto 2005, pp. 57-70.

Cruz, G.; Schmidt, H.; Promis, A. y Caldentey, J., 2003. Manejo sustentable de los bosques de *Nothofagus pumilio* en la Patagonia chilena Trabajo presentado al XII Congreso Forestal Mundial de FAO en Quebec, Canadá 2003. <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0378-B4.HTM>

Donoso, C., 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 83. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF, PNUD-FAO) (Publicación FAO Chile). 78 p.

Donoso, C., 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Ed. Universitaria. Santiago de Chile. 484 p.

Donoso, C., 2015. Estructura y dinámica de los bosques del Cono Sur de América. Edición Universidad Mayor. 406 p.

Donoso, S. y Caldentey, J., 1996. Rendimiento de Lenga (*Nothofagus Pumilio*) en el Aserrado y su Relación con las Características de los Árboles.

Fernández, C.; Martínez Pastur, G.; Boyeras, F. y Peri, P., 1993. Funciones de altura total y área de copa para lenga (*Nothofagus pumilio*) en Lago Gral Vintter - Cerro Colorado, Provincia del Chubut.

Fernández, C; Martínez Pastur, G; Peri, P.; and Vuksovic, R., 1997. Thinning schedules for *Nothofagus pumilio*

- forest in Patagonia, Argentina. Actas del XI Congreso Forestal Mundial. Volumen 3: D. Función productiva de los bosques. Antalya, 13-22 de octubre.
- Garrido, F., 1981.** Los sistemas silviculturales aplicables a los bosques nativos chilenos. Investigación y Desarrollo CONAF/FAO. Documento de trabajo N°39. Chile, 113 p.
- Holmes, R. L., 1983.** Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-ring Bull.* 44: 69–75.
- IREN, 1979.** Perspectivas de desarrollo de los recursos de la Región Aysén. Corporación de Fomento de la Producción, Instituto de Recursos Naturales, Santiago, Chile, 507, pp.
- Loguercio, G. A., 1995.** Crecimiento de la regeneración natural de la lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl) Krasser), y su dependencia de las condiciones dominantes de radiación. Publicación Técnica N° 21. CIEFAP. 47 pag.
- Loguercio, G.; Molina, S.; Mohr-Bell, D.; Bahamondez, C. y Rojas, Y., 2011.** Carta de stock de lenga para la identificación de bosques degradados en el contexto de REDD+.
- López, P.; Bava, J. y Antequera, S., 2003.** Regeneración en un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl.) Krasser) sometido a un manejo de selección en grupos. *Bosque*, Vol. 24 N° 2, 2003, pp. 13-21.
- Martínez Pastur, G.; Peri, P. L.; Vukasovic, R.; Vaccaro, S. and Piriz Carrillo, V., 1997.** Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest. *Phyton*, 61: 55–60.
- Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M.; Lencinas, M. V.; Barrera, M. and Peri, P. L., 2000.** Environmental variables influencing regeneration of *Nothofagus pumilio* in a system with combined aggregated and dispersed retention. *Forest Ecology and Management* 261: 178-186.
- Martínez Pastur, G.; Cellini J.; Lencinas, M.; Vukasovic, R.; Bertolami, V. y Giunchi, J., 2001.** Modificación del crecimiento y de la calidad de fustes en un raleo fuerte de un rodal en fase de crecimiento óptimo inicial de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser, *Ecología Austral* 11: 95-104.
- Martínez Pastur, G.; Lencinas, M.; Cellini, J.; Diaz, B.; Peri, P. y Vukasovic, R., 2002.** Herramientas disponibles para la construcción de un modelo de producción para la lenga (*Nothofagus pumilio*) bajo manejo en un gradiente de calidades de sitio. *Bosque* 23(2): 69-80
- Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M.; Peri, P. L., y Capiel, I., 2005.** Ecuación estándar de crecimiento diamétrico individual para árboles de *Nothofagus pumilio*. *Revista de la Asociación Forestal Argentina*, 59: 17–24
- Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M.; Lencinas, M. V. and Peri, P. L., 2008.** Stand growth model using volume increment/basal area ratios. *Journal of Forest Science*, 54: 102–108.
- Martínez Pastur, G.; Lencinas, M. V.; Cellini, J. M.; Peri, P. L. and Soler, Esteban R., 2009.** Timber management with variable retention in *Nothofagus pumilio* forests of Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management*, 258: 436–443.
- Martínez Pastur, G.; Peri, Pablo L.; Cellini, Juan M.; Lencinas, María V.; Barrera, Marcelo and Ivancich, Horacio, 2011.** Canopy structure analysis for estimating forest regeneration dynamics and growth in *Nothofagus pumilio* forests. *Annals of Forest Science*, Volume 68, Issue 3, pp 587-594
- Martínez Pastur, G.; Peri, P. L.; Lencinas, M. V.; Cellini, J. M.; Barrera, M.; Soler, R.; Ivancich, Esteban; H.; Mestre, L.; Moretto, A. S.; Anderson, C. H. y Pulido, F., 2013.** La producción forestal y la conservación de la biodiversidad en los bosques de *Nothofagus* en Tierra del Fuego y Patagonia Sur. En: *Silvicultura en bosques nativos: Avances en la investigación en Chile, Argentina y Nueva Zelanda* (P. Donoso, A. Promis, Eds.). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Capítulo 8, pp 155-179 (ISBN 978-956-7173-32-7).
- Morales, J. L., 1983.** Estudio de crecimiento de lenga en un bosque virgen de araucaria en el sector de Lonquimay, IX Región. Tesis, Ing. Forestal, Univ. de Chile (81 pp.).
- Núñez, P. y Peñaloza, R., 1985.** Evaluación y primeros resultados del ensayo de tratamientos silvícolas aplicados al bosque de lenga en Coyhaique, XI Región. Inf. de Convenio N° 94, Fac. Cienc. For., Univ. Austral de Chile, 193 pp.

Peri, P.; Martínez Pastur, G.; Vukasovic, R.; Díaz, B.; Lencinas, M. V. y Cellini, J. M., 2002. Propuesta de aplicación de raleos fuertes para reducir los volteos de viento en bosques de *Nothofagus pumilio* de Patagonia, Argentina. Bosque 23(2): 19-28.

Pesutic, S., 1978. Análisis de estructura-estado sanitario en un bosque de lenga. Memoria Ingeniería Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales.

Puente, M. y Peñaloza, R., 1979. Resultado del establecimiento de un área de ensayo para tratamiento silvicultural de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Coyhaique, XI Región. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Rodríguez, C., 2002. Desarrollo de los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la corta de regeneración en Monte Alto, XII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Cs Forestales. Santiago, Chile. 64 p.

Rusch, V., 1992. Principales limitantes para la regeneración de lenga en la zona N.E. de su área de distribución. Variables ambientales en claros del bosque. Actas Seminario Manejo Forestal de la lenga y aspectos ecológicos relacionados. 61-73. Esquel, Argentina.

SAyDS. 2007. Primer inventario de bosques nativos: Informe regional Bosque Andino-Patagónico. 1º ed. 63 p. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Argentina.

Schlatter, J. E., 1979. Reconocimiento de suelos en la zona trasandina alrededor de Coyhaique, XI Región. Inf. Convenio N° 9, Fac. Cienc. For., Univ. Austral de Chile, 63 pp.

Schlatter, J., 1994. Requerimientos de sitio para la lenga, *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser. BOSQUE 15(2): 3-10 p.

Schmidt, H., 1989. El papel de la silvicultura en el desarrollo sustentable de los bosques naturales productores de madera. Amb. y Des. Vol.V N°3:29-33.

Schmidt, H. y Urzúa, A., 1982. Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Departamento de Silvicultura y Manejo. Santiago, Chile. Ciencias Agrícolas N° 11. 62 p.

Schmidt, H.; Cruz, G.; Promis, A. y Álvarez, M., 2003. Transformación de los bosques de lenga vírgenes e intervenidos a bosques manejados. Publicaciones Misceláneas Forestales N° 4. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 60 p.

Schulman, E., 1956. Dendroclimatic change in semiarid America. University of Arizona Press, Tucson.

Silva, C., 2005. Evolución de las existencias y desarrollo de la regeneración en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la corta de regeneración. Memoria Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile. Santiago de Chile.

Stokes, M. A. and Smiley, T. L., 1968. An introduction to tree-ring dating. Univ. Chicago Press, Chicago.

Ugalde, G., 2006. Crecimiento en la altura de renovales de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) en Monte Alto (XII Región) en función de la calidad del sitio. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile.

Uriarte, A. y Grosse, H., 1991. Los bosques de lenga. Una orientación para su uso y manejo. Informe Técnico N° 126, Inst. Forestal, Corp. de Fom. de la Producción, Concepción, Chile (92 pp.)

Veblen, T. y Donoso, C., 1987. Alteración Natural y Dinámica Regenerativa de las Especies Chilenas de *Nothofagus* de la Región de los Lagos. <https://doi.org/10.4206/bosque.1987.v8n2-09>

Yudelevich, M.; Brown, C.; Elgueta, H. y Calderón, S., 1967. Clasificación preliminar del bosque nativo de Chile. Informe Técnico 27. INFOR, Santiago Chile. 16 p.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y LA REGENERACIÓN EN RESPUESTA A TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS EN BOSQUE NATIVO: ALTERNATIVAS PRODUCTIVAS MÁS SUSTENTABLES ASOCIADAS A LINGUE (*Persea lingue* (R. et P.) Nees ex Kopp

Pinilla, Juan Carlos⁸; Luengo, Karina; Navarrete, Mauricio y Larraín, Oscar

RESUMEN

Se analiza y describe dasométricamente a tres rodales naturales de lingue ubicados en la región del Bio Bio; dos de ellos en la zona de Nacimiento y un tercero en las cercanías de Coihueco. Se presenta una descripción general de los rodales estudiados, para conformar una visión global de estas formaciones vegetales, describiendo su estructura horizontal, vertical, diamétrica y composición de especies.

Se analiza también un ensayo de espaciamiento, tipo de contenedor y protección de lingue, establecido en Cañete, el cual tiene por objetivo dilucidar el efecto del espaciamiento inicial y de protectores de malla sobre la supervivencia y desarrollo de las plantas.

Palabras Clave: Lingue, caracterización de rodales naturales, supervivencia, crecimiento inicial de plantaciones

SUMMARY

Three natural stands of lingue located in the Bio Bio region are analyzed and dasometrically described; two of them in the area of Nacimiento and a third one near Coihueco. A general description of the stands studied is presented to form a global vision of these plant formations, describing their species composition and their horizontal, vertical and diametrical structure.

A trial established in Cañete, which aims to elucidate the effect of initial spacing and mesh protectors on plant survival and development, is also analyzed.

Keywords: Lingue, characterization of natural stands, plantation's survival and early growth.

⁸ Investigadores Instituto Forestal sede Bio Bio, Camino a Coronel Km. 7,5, Concepción. jpilla@infor.cl

INTRODUCCIÓN

Es reconocido que el bosque nativo en Chile ha sido degradado por distintos factores, de modo que su calidad productiva es normalmente baja en términos de biomasa total/superficie. Sin embargo, bajo condiciones apropiadas de manejo y aplicación de técnicas silviculturales se puede rejuvenecer el bosque y las especies que lo constituyen, escoger los mejores árboles y mejorar de forma notable la calidad y crecimiento de estos. Para tal efecto, las intervenciones que se realicen en el bosque dependerán de su estructura, fase de desarrollo, las especies principales y secundarias que lo componen, y las condiciones en las que se encuentran, entre otras.

Estas intervenciones deben basarse en la ecología de las especies y la dinámica del bosque que privilegian las especies mejor adaptadas al lugar desde un punto de vista económico y biológico, buscando el mejor ajuste entre los propósitos de manejo del propietario y las limitaciones naturales impuestas por el sitio.

Al respecto, el presente artículo se enmarca en un programa de mediano y largo plazo, centrado en la generación y transferencia de nuevos conocimientos y técnicas silvícolas para el manejo forestal sustentable del bosque nativo y las especies que lo componen.

Particularmente, el documento presenta antecedentes de la especie lingue (*Persea lingue* (R. et P.) Nees ex Kopp) que se desarrolla en los bosques de *Nothofagus* de la Región del Bio Bio.

El objetivo es fomentar nuevos conocimientos en técnicas silvícolas y de manejo forestal, de modo que propietarios y comunidades que habitan en los ecosistemas donde habita esta especie recuperen e incrementen la provisión sustentable de bienes y servicios relacionados con esta, preferentemente los relacionados con su madera de alto valor (Pinilla y Navarrete, 2013; Pinilla *et al.*, 2015).

METODOLOGÍA

Se analiza y describe dasométricamente a tres rodales naturales de lingue ubicados en la región del Bio Bio; dos de ellos en la zona de Nacimiento y un tercero en las cercanías de Coihueco. Se presenta una descripción general de los rodales estudiados, para conformar una visión global de estas formaciones vegetales, describiendo su estructura horizontal, vertical, diamétricas y composición de especies. Para la descripción se entrega la estructura diamétrica del bosque y la estructura por especie a modo de lograr una mejor descripción e interpretación de lo que está ocurriendo en estos bosques.

En cuanto a la descripción de la estructura cuantitativa, se entregan dos descripciones, por un lado se describe la composición del renoval, tanto en participación de especies como en participación en área basal en porcentaje, y por otro lado se entrega la información dasométrica promedio en una tabla de rodal en donde se describe para cada clase diamétrica existente las características de cada especie que conforma el rodal, esto en términos de número de árboles por hectárea, altura total (m), diámetro medio cuadrático (cm), área basal (m²) y volumen (m³/ha).

Se analiza también un ensayo de espaciamiento y protección de lingue, establecido en Cañete, el cual tiene por objetivo dilucidar el efecto del tamaño de contenedor utilizados para la producción de plantas, espaciamiento de plantación y uso de malla protectora sobre la supervivencia y desarrollo de las plantas. Para este efecto se evalúa una medición de altura, diámetro y supervivencia de las plantas que componen el ensayo y se efectúa el análisis estadístico descriptivo y el análisis de varianza del mismo. La medición evaluada corresponde a la efectuada en 2019, a la edad de cinco años.

RESULTADOS

Evaluación de Rodales Naturales de Lingue

Para el estudio del lingue y de sus opciones de manejo es necesario evaluar rodales naturales que representen diferentes composiciones de edad, características y ubicación. En este contexto, en los puntos siguientes se describen y analizan tres de tales rodales.

- Rodal 1. Nacimiento

Corresponde a un renovaal puro de lingue, de aproximadamente 30 años, con baja presencia de avellano (*Gevuina avellana* Mol.), laurel (*Laurelia sempervirens* (Ruiz & Pav.) Tul), peumo (*Cryptocarya alba* (Molina) Looser) y roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.), que se ubica en el sector Mitrihue-Los aromos, accesible desde el cruce Santa Lucía de la Ruta Santa Juana-Nacimiento. Presenta una estructura coetánea, que probablemente corresponda a una antigua tala rasa y posterior quema de un remanente de bosque Roble-Laurel-Lingue, donde la mayor parte de la regeneración fue consumida por el ganado, excepto la de lingue que debido a su menor palatabilidad fue capaz de regenerar en un solo pulso de establecimiento y desarrollarse hasta alcanzar la estructura actual.

En el rodal se aprecia una gran cantidad de vástagos de Lingue por cada cepa (4 – 13), lo cual fortalece la hipótesis de la tala rasa y posterior quema. Se obtuvo una frecuencia cercana a los 940 tocones por hectárea, los que, considerando la gran cantidad de retoños por tocón, alcanza a los 7.260 fustes por hectárea (Figura N° 1). Las especies presentes en el rodal, el número de fustes y la participación porcentual según especie se presenta en el Cuadro N° 1, donde se destaca la mayoritaria presencia de lingue.



Figura N° 1
VISTA DE LA ABUNDANTE RETOÑACIÓN PRESENTE EN RODAL DE NACIMIENTO 1

Cuadro N° 1
ESPECIES PRESENTES EN EL RODAL NACIMIENTO 1
NÚMERO DE FUSTES Y PARTICIPACIÓN SEGÚN ESPECIE

Especie	Fustes	
	(N°/ha)	(%)
Arrayán	390	5
Avellanillo	100	1
Avellano	50	1
Boldo	30	0
Lingue	6.430	89
Maqui	110	2
Roble	150	2
Total	7.260	100

El rodal es coetáneo y se encuentra en estado de estancamiento del crecimiento, lo que se aprecia en la mortalidad natural, cruce de copas y su crecimiento.

Los valores medios de DAP, altura y área basal por especie se presentan en el Cuadro N° 2, la distribución diamétrica por especie se resume en la Figura N° 2 y la relación diámetro-altura en la Figura N° 3.

Cuadro N° 2
VALORES DE ALTURA, DAP Y AREA BASAL
RODAL NACIMIENTO 1

Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Área Basal (m ² /ha)
Arrayán	4,4	6,4	0,58
Avellanillo	11,6	12,7	1,06
Avellano	10,6	7,1	0,44
Boldo	7,5	9,0	0,13
Lingue	7,0	9,3	24,74
Maqui	8,4	7,4	0,61
Roble	23,4	18,4	6,46
Total			34,02

En general el rodal destaca por la predominancia de lingue en términos de número de árboles y área basal, destacándose también la mayor envergadura de los individuos de roble, los cuales corresponderían a remanentes del bosque original.

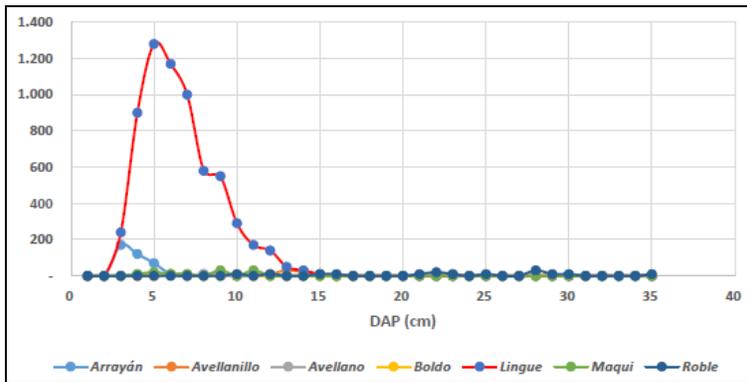


Figura N° 2
DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE LOS ÁRBOLES RODAL NACIMIENTO 1

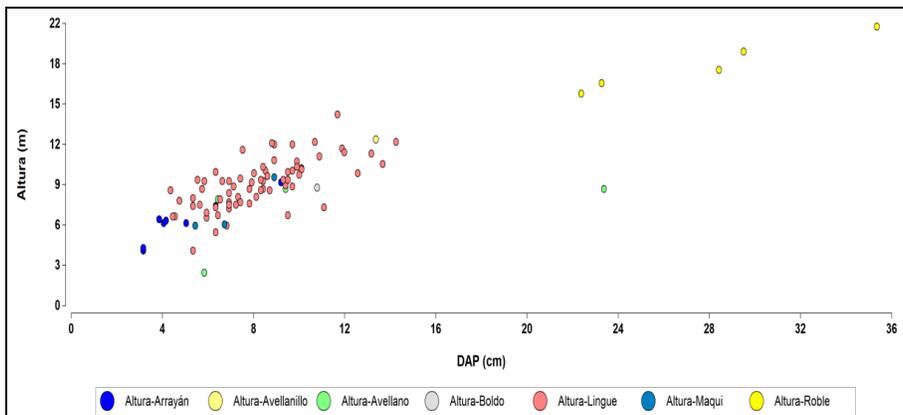


Figura N° 3
RELACIÓN DAP-ALTURA PARA LAS ESPECIES RODAL NACIMIENTO 1

- Rodal 2. Nacimiento

Corresponde a un rodal coetáneo, producto de una explotación y posterior incendio que sufrió el sector. Sus valores medios de DAP, altura y densidad para la especie lingue corresponden a 9,2 cm, 10,5 m y 555 árb/ha, respectivamente.

Una vista de esta unidad se presenta en la Figura N° 4; la relación altura-diámetro en la Figura N° 5; y la distribución espacial de los árboles de lingue en el perfil horizontal en la Figura N° 6.



Figura N° 4
VISTA PARCIAL DEL RODAL DE LINGUE NACIMIENTO 2

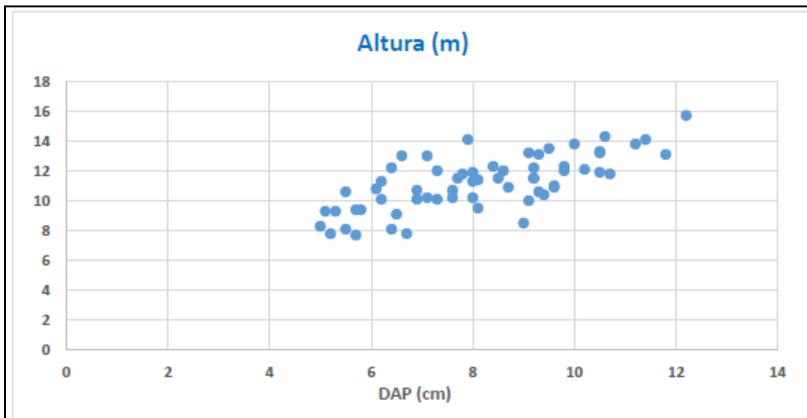


Figura N° 5
RELACIÓN DAP-ALTURA DE ÁRBOLES DE LINGUE MUESTREADOS EN RODAL NACIMIENTO 2

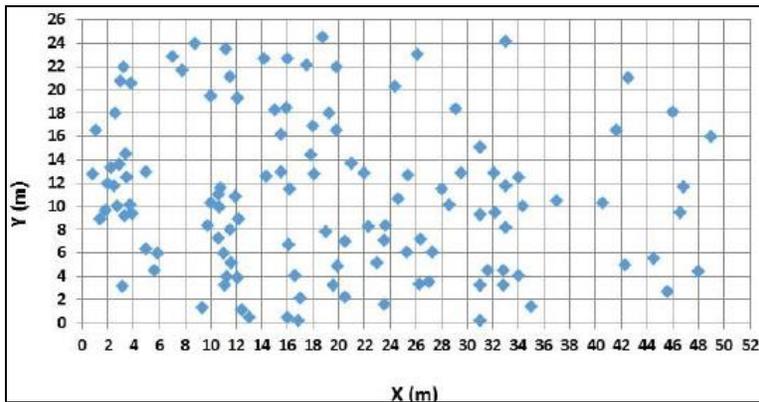


Figura N° 6
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ÁRBOLES DE LINGUE EN RODAL NACIMIENTO 2

- **Rodal 3. Coihueco**

Este rodal se ubica en el predio La Esperanza, en la localidad del mismo nombre en la comuna de Coihueco, provincia del Ñuble, región del Bio Bio. Corresponde a un rodal de Roble-Raulí-Avellano-Lingue, perteneciente al tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, sub tipo Bosques Degradados que no presenta intervenciones en al menos los últimos 30 años.

El rodal corresponde a la regeneración posterior a una fuerte intervención ocurrida durante la década de los ochenta, donde la mayoría de los arboles presentan una distribución de tipo agrupada, sin embargo, se observan también árboles establecidos por semilla o al azar. Esto estaría indicando que la mayoría de las especies existentes en el rodal presentan un modo de regeneración por claros y en ocasiones continuo si las condiciones de micro sitio les son favorables. Al respecto, se debe hacer la distinción con las especies de género *Nothofagus*, las cuales no presentan un modo de regeneración continua, sino que por el contrario presentan un modo de regeneración por claros y catastrófico.

Esta alta capacidad regenerativa ha permitido que las especies presenten un gran potencial y una gran plasticidad, siendo capaces de establecerse con vigorosidad, ya sea bajo sombra o a plena luz del sol. Estos dos aspectos demuestran el rango de tolerancia a la sombra que posee lingue, que constituye una importante habilidad competitiva.

La estructura diamétrica del rodal presenta una curva de tipo J inversa (Figura N° 7), evidenciando el reclutamiento de nuevos árboles, principalmente lingues y avellanos, que son las especies predominante en el rodal (Figura N° 8).

Existe una clara dominancia de avellano y lingue, tanto en número de árboles por hectárea como en área basal, lo que indica que las especies de mayor tolerancia a la sombra, en ausencia de perturbaciones, tenderán a dominar el rodal y convivir con intolerantes emergentes como roble o raulí en el dosel superior. Estos últimos podrán regenerar por claros producidos por la caída de árboles senescentes de mayor tamaño, produciéndose una dinámica de claros en la que podrán regenerar de manera esporádica o intermitente las especies más intolerantes. Resulta evidente que el rodal fue fuertemente intervenido, extrayéndose la mayoría de los robles y raulíes de mejor calidad, adquiriendo una curva aplanada y de gran amplitud diamétrica, alcanzando algunos individuos la clase 90 cm.

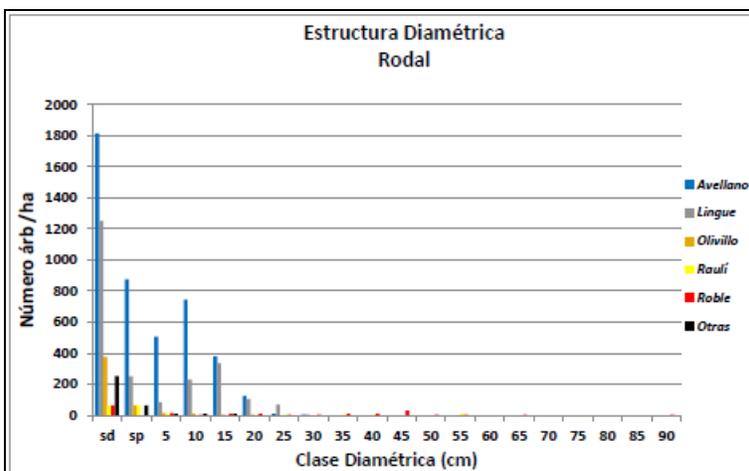


Figura N° 7
ESTRUCTURA DIAMÉTRICA DE LAS ESPECIES QUE COMPONEN EL RODAL DE COIHUECO

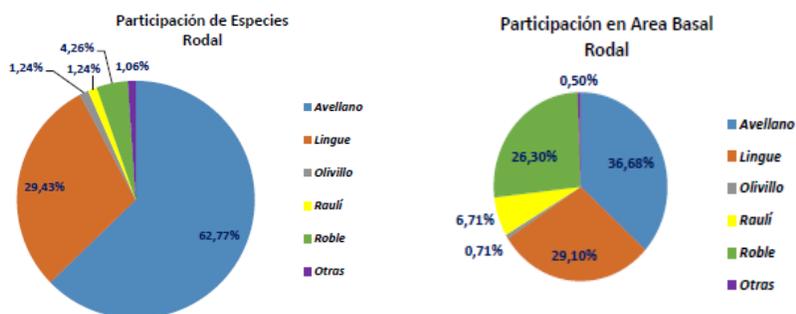


Figura N° 8
PARTICIPACIÓN DE ESPECIES EN LA COMPOSICIÓN DEL RODAL COIHUECO PORCENTAJE DE INDIVIDUOS (IZQ.) Y PROPORCIÓN DEL AREA BASAL (DER.)

La distribución de los individuos en el plano horizontal es del tipo agrupada, esto debido a la alta capacidad de retoñación de las especies que componen el rodal. En general, los lingues presentan este tipo de agrupación (varios retoños por tocón), sin embargo, también se encuentran individuos creciendo aislados.

La distribución vertical se caracteriza por la presencia de más de dos estratos, lo que está directamente influenciado por el sitio, por la etapa sucesional en que se encuentre el rodal y por las especies que lo constituyen.

Se observa un estrato dominante y un codominante formado principalmente por roble y raulí, sobre un estrato de árboles intermedios constituido principalmente por lingue y avellano y en

menor proporción olivillo, laurel y avellanillo. Más abajo se pueden encontrar indistintamente los estratos de suprimidos (Figura N° 9).

Resalta el volumen de madera de lingue, especie que posee posibilidades ciertas de proporcionar un valor extra al bosque, sin embargo, se debe mejorar su calidad y forma para lograr un volumen de mejor valor comercial.

Por su parte, el avellano si bien está presente en forma mayoritaria, es una especie comparativamente menos atractiva que el lingue desde el punto de vista maderero.



Figura N° 9
DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE COIHUECO

Lingue está presente en una fase sucesional de reacción de bosques que han sido alterados por la acción antrópica, tal cual se habría señalado también en el rodal de Nacimiento. La distribución horizontal y vertical de este rodal, sugiere efectuar raleos en etapas tempranas para reducir la competencia, mejorar los incrementos en diámetro y altura, así como la calidad del bosque remanente. Respecto a los volúmenes de madera, se deben buscar alternativas para aumentar el stock futuro y la calidad de la misma mediante silvicultura intensiva.

Evaluación de Ensayo de Plantación de Lingue

El ensayo evaluado corresponde a una unidad establecida en 2014 en el sector del Museo Mapuche ubicado en la ciudad de Cañete, con el objetivo de probar el efecto de distintos tamaños de contenedor de plantas, espaciamentos y la utilización de protección individual sobre el crecimiento y supervivencia de las plantas (Pinilla y Luengo, 2016).

El diseño del ensayo consideró tres factores: (i) plantas con o sin protección con malla raschel; (ii) el uso de dos tipos de contenedores (130 y 260 cc); y (iii) dos espaciamentos de

plantación (1x1m y 2x1m). Cada una de las ocho combinaciones (tratamiento) se repitió en tres parcelas de 49 plantas (Cuadro N° 3; Figura N° 10).

La medición evaluada corresponde a la efectuada en 2019, a la edad de cinco años.

Cuadro N° 3
VARIABLES PROBADAS EN ENSAYO DE PLANTACIÓN DE LINGUE DE CAÑETE

Factor			Plantas (N°)	Superficie Parcela (m ²)
Contenedor (cm ³)	Espaciamiento (m)	Protección		
130	1 x 1	Con	49	98
130	1 x 1	Sin	49	49
130	2 x 1	Con	49	98
130	2 x 1	Sin	49	49
260	1 x 1	Con	49	98
260	1 x 1	Sin	49	49
260	2 x 1	Con	49	98
260	2 x 1	Sin	49	49



Figura N° 10
VISTA GENERAL DEL ENSAYO DE PLANTACIÓN DE LINGUE DE CAÑETE

Respecto a las variables de crecimiento, el diámetro de cuello (DAC) presentan un rango entre 7 y 19 mm, en tanto la altura fluctúa entre 72 y 118 cm. El mejor desempeño en ambas variables se obtuvo usando contenedores de 130 cm³, protector de malla y plantando a 1x1 m (Cuadro N° 4). En términos de supervivencia, los mayores valores se presentan en los tratamientos que utilizan contenedor de 130 cc con protección inicial y espaciamiento de 2x1m, todos los cuales superan el 55% (Cuadro N° 5).

Cuadro N° 4
ALTURA TOTAL Y DIAMETRO DE CUELLO DEL ENSAYO DE PLANTACIÓN DE LINGUE DE CAÑETE A LOS CINCO AÑOS DE EDAD

Contenedor (cm ³)	Espaciamiento (m)	Protección	n	DAC				Altura			
				Medio	DS	Mín	Máx	Medio	DS	Mín	Máx
				(mm)				(m)			
130	1 x 1	Con	43	18,81	6,97	3	32	118,30	45,37	20	173
130	1 x 1	Sin	33	18,33	8,10	4	38	84,85	39,82	29	174
130	2 x 1	Con	55	17,60	9,86	4	41	107,11	56,20	16	212
130	2 x 1	Sin	45	17,71	7,45	4	41	85,20	36,69	21	155
260	1 x 1	Con	13	11,85	5,57	4	21	73,46	40,90	21	140
260	1 x 1	Sin	3	13,83	4,01	10	18	75,00	52,68	25	130
260	2 x 1	Con	6	12,17	8,50	2	26	84,83	58,01	10	158
260	2 x 1	Sin	1	7,00	0,00	7	7	72,00	0,00	72	72

Cuadro N° 5
SUPERVIVENCIA DEL ENSAYO DE PLANTACIÓN DE LINGUE DE CAÑETE A LOS CINCO AÑOS DE EDAD

Contenedor (cm ³)	Espaciamiento (m)	Protección	Supervivencia (%)
130	1 x 1	Con	57,3
130	1 x 1	Sin	44,0
130	2 x 1	Con	73,3
130	2 x 1	Sin	60,0
260	1 x 1	Con	17,3
260	1 x 1	Sin	4,0
260	2 x 1	Con	8,0
260	2 x 1	Sin	1,3

El efecto del tipo de contenedor, espaciamiento y uso de malla protectora sobre la altura y diámetro de cuello de las plantas se resume en los Cuadros N° 6, N° 7 y N° 8. En ellos se observa que, tanto en el DAC como en las alturas, existen diferencias significativas, siendo el contenedor de 130 cm³ el que presenta los mayores valores (Cuadro N° 6). El espaciamiento no evidencia efecto sobre el crecimiento, al menos a la edad de evaluación (Cuadro N° 7). En tanto el uso de malla protectora solo muestra efectos significativos para la variable altura, que paradójicamente resulta menor al usar malla, mientras que no exhibe efecto sobre el diámetro (Cuadro N° 8).

**Cuadro N° 6
RESULTADOS SEGÚN TIPO DE CONTENEDOR**

Contenedor (cm ³)	Medias
	DAC (mm)
260	11,98 A
130	18,06 B
	Altura (cm)
260	76,57 A
130	100,07 B

**Cuadro N° 7
RESULTADOS SEGÚN ESPACIAMIENTO INICIAL**

Espaciamiento (m)	Medias
	DAC (mm)
2 x 1	17,24 A
1 x 1	17,49 A
	Altura (cm)
2 x 1	96,32 A
1 x 1	98,55 A

**Cuadro N° 8
RESULTADOS SEGÚN PROTECCIÓN INICIAL**

Protección	Medias
	DAC (mm)
Con	17,33 A
Sin	17,69 A
	Altura (cm)
Con	84,52 A
Sin	106,34 B

Considerando todas las combinaciones de tratamientos en forma independiente, se observa que. tanto para altura como para diámetro. se configuran dos grupos diferentes (Cuadro N° 9).

En general se confirma que los tratamientos que utilizaron contenedores de 130 cm³ presentaron los mejores resultados. En cuanto al espaciamiento inicial o la utilización de una malla de protección inicial no se generaron diferencias significativas.

Por el contrario, en el DAC los menores resultados se presentaron con los contenedores de 260 cm³, siendo estadísticamente diferentes de los resultados obtenidos con el contenedor de 130 cm³ en la evaluación del año 2019. Respecto de la altura de las plantas, se generan también dos grupos de resultados estadísticamente diferentes, donde nuevamente los tratamientos que utilizaron contenedores de 130 cm³ presentaron los mejores resultados. El espaciamiento inicial no generó diferencias significativas, lo que sí aconteció con la utilización de malla inicial como protección de las plantas. En la altura, los menores resultados se presentaron con los contenedores de 260 cm³ en la evaluación del año 2019.

Cuadro N° 9
DIÁMETROS Y ALTURAS SEGÚN TRATAMIENTO INDIVIDUAL

Contenedor (cm ³)	Espaciamiento (m)	Protección	DAC (mm)		Altura (cm)	
130	1 x 1	Con	18,8	B	118,3	B
130	1 x 1	Sin	18,3	B	84,9	AB
130	2 x 1	Con	17,6	B	107,1	B
130	2 x 1	Sin	17,7	B	85,2	AB
260	1 x 1	Con	11,9	AB	73,5	A
260	1 x 1	Sin	13,8	AB	75,0	A
260	2 x 1	Con	12,2	AB	84,8	AB
260	2 x 1	Sin	7,0	A	72,0	A

CONCLUSIONES

Respecto de los rodales naturales de lingue, los resultados obtenidos señalan que es necesario desarrollar investigaciones sobre el manejo de estos en diferentes condiciones de sitio en términos de raleos en renovales y en casos necesarios plantaciones de enriquecimiento en los tipos forestales en los que participa la especie, técnicas que pueden ofrecer en el mediano plazo bosques comerciales nuevamente.

En cuanto a las plantaciones de lingue se puede concluir que:

Existen diferencias de crecimiento y supervivencia entre los tratamientos utilizados, con un claro efecto positivo del tipo de contenedor, el cual genera un efecto en el DAC, la altura y la supervivencia de las plantas.

El mayor efecto en la supervivencia se obtuvo con contenedor de 130 cm³, un espaciamiento inicial de 2X1m y con protección inicial (malla), las que alcanzaron un promedio de 73%, en comparación a la supervivencia menor al 10% que se observó en los tratamientos que utilizaron un contenedor de 260 cm³ y un espaciamiento de 2x1m.

Los mayores valores en DAC y altura se obtuvieron en la combinación de un contenedor de 130 cc, un espaciamiento de 1x1m y con una protección individual (malla).

Es necesario seguir mantener el ensayo y continuar sus evaluaciones para determinar

variaciones en el crecimiento de las plantas y la permanencia en el tiempo de los efectos de los distintos factores utilizados.

La mantención del ensayo debe considerar la labor de podas de formación, estimulación de dominancias apical y limpieza.

REFERENCIAS

Pinilla, J. C. y Navarrete, T., 2013. Reporte de prácticas silvícolas en bosques naturales de la zona centro sur, La situación de Lingue y *Salix* chileno en la región del Bio Bio para su uso potencial en bosques plantados. Proyecto 3: Investigación forestal manejo y recuperación de bosque nativo. INFOR – MINAGRI 2013. 94p.

Pinilla S., J.C.; Luengo V., K. y Navarrete T., M., 2015. Lingue (*Persea lingue* (R. et Pav.) Nees ex Kopp) en la región del Bio Bio. Revista Ciencia e Investigación Forestal, CIFOR, v.21(2), Pág.:71-96

Pinilla, J.C. y Luengo, K., 2016. Antecedentes generales para el establecimiento de Lingue. Ficha divulgativa INFOR.

MÉTODOS FITOECOLÓGICOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE ECOSISTEMAS DE REFERENCIA. Urrutia-Estrada, Jonathan y Fuentes-Ramírez, Andrés. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción y Departamento de Ciencias Forestales, Universidad de La Frontera. jurrutiaestrada@gmail.com

RESUMEN

Se caracterizó ecosistemas de referencia de acuerdo a su composición florística en dos áreas con evidentes signos de degradación; predio Pumillahue, ubicado en la comuna de Panguipulli, Región de Los Ríos y Reserva Nacional China Muerta, ubicada en la comuna de Melipeuco, Región de La Araucanía. Para tal efecto se estableció un número variable de parcelas donde se identificó a todas las especies de plantas vasculares, se calculó su riqueza y abundancia y se realizó un análisis de ordenamiento con el fin de conocer la distribución de las áreas muestrales de acuerdo a su composición florística.

En Pumillahue se identificó un total de 68 especies de plantas, de las cuales 42 se encontraron en el bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum*) y 58 en el bosque de roble (*Nothofagus obliqua*). Se registró además una riqueza de 63 géneros y 42 familias. En ambas unidades vegetacionales dominaron las especies nativas, sin embargo, en el bosque de roble se hicieron presentes elementos exóticos.

En la RN China Muerta, tanto la riqueza como la abundancia de especies es mayor en las zonas menos perturbadas. En general los *taxa* alóctonos son escasos, y alcanzan su máxima expresión en los sitios de baja severidad. *Chusquea quila* fue la especie más abundante en alta y media severidad, en tanto que *Maytenus disticha* lo fue en baja severidad y en el sitio de referencia.

Palabras clave: Restauración, Ecosistema referencia, Composición florística.

SUMMARY

Reference ecosystems were characterized according to their floristic composition in two areas with obvious signs of degradation; Pumillahue farm (Panguipulli, Los Ríos Region) and China Muerta National Reserve (Melipeuco, La Araucaria Region). For this purpose, a variable number of plots was established where all the species of vascular plants were identified, their wealth and abundance were calculated and an ordering analysis was performed in order to know the distribution of the sample areas according to their floristic composition.

A total of 68 plant species were identified in Pumillahue, of which 42 were found in the olivillo forest (*Aextoxicon punctatum*) and 58 in the roble forest (*Nothofagus obliqua*). A wealth of 63 genera and 42 families was also recorded. In both places, native species dominated, however, exotic elements were present in the roble forest.

In the China Muerta Reserve, both wealth and abundance of species are greater in less disturbed areas. In general, foreign *taxa* are scarce, and reach their maximum expression at sites of low severity. *Chusquea quila* was the most abundant species in high and medium severity, while *Maytenus disticha* was the most severe and at the reference site.

Keywords: Restoration, Reference ecosystem, Floristic composition.

INTRODUCCIÓN

La restauración ecológica se ha convertido en una estrategia de gran importancia para la conservación biológica, debido a las actuales tasas de fragmentación y pérdida de hábitats (Huxel y Hastings, 1999). Dicho proceso considera no solo la recuperación de especies, sino también de la estructura comunitaria y la composición florística, además del restablecimiento de interacciones y procesos ecológicos (Pollock *et al.*, 2012), hasta conseguir que funcionen en un tiempo relativamente corto de manera similar a la comunidad original (Primack y Massardo, 2001; Zamora, 2002).

Dentro de las consideraciones más importantes de este proceso destacan las sucesiones ecológicas, el banco de semillas, la identificación de especies claves en el proceso sucesional y los procesos fenológicos, todo lo cual forma parte integral en una estrategia de restauración ecológica de comunidades y ecosistemas (Martínez, 2000; Young *et al.*, 2005; Harris *et al.*, 2006).

El proceso de restauración se inicia con el ecosistema perturbado y progresa hacia un estado esperado de recuperación, el cual se denomina ecosistema o sitio de referencia (SER, 2004), el cual da cuenta de la meta de restauración y contribuye a evaluar el éxito de dicho proceso (Palmer *et al.*, 1997).

El ecosistema de referencia debe tener una fisonomía semejante a la zona restaurada y debe encontrarse bajo condiciones ambientales similares (SER, 2004). Idealmente los sitios de referencia deberían tratarse de ambientes con baja intervención humana (Stoddard *et al.*, 2006), y donde se exprese la variabilidad natural de atributos estructurales, funciones ecosistémicas y grupos biológicos.

Los sitios de referencia comúnmente son usados para evaluar los niveles de degradación de sus contrapartes, establecer objetivos de restauración o evaluar el éxito de los mismos (Stoddard *et al.*, 2006).

En el contexto de la restauración ecosistémica, los sitios de referencia son necesarios para evaluar si los ecosistemas degradados se están moviendo en la dirección que permitirá la recuperación de las características deseadas, si se necesita una intervención para acelerar la recuperación o se debe mover el ecosistema en una nueva dirección (Pickett y Parker, 1994; White y Walker, 1997; Beauchamp y Shafroth, 2011).

Los métodos fitoecológicos son parte integral de los procesos de restauración y su aplicación se considera en la fase inicial de este proceso, permiten establecer y caracterizar el ecosistema de referencia, ya que a través de ellos se puede conocer la estructura y composición florística propia del mismo.

La generación de información florística de sitios de referencias en el ámbito de la restauración ecológica es escasa en Chile. Estas investigaciones son importantes para evaluar el estado post-perturbación de las áreas regeneradas y para diseñar adecuadamente programas de restauración ecológica (Mora *et al.*, 2013).

El empleo de este tipo de información se ha incrementado entre los científicos, técnicos y gestores de sistemas naturales, ya que es el punto de partida para la correcta toma de decisiones en programas de restauración ecológica (Alanís *et al.*, 2011; Jiménez *et al.*, 2012).

OBJETIVOS

En el contexto indicado, el objetivo del trabajo fue realizar una descripción detallada del componente florístico en ecosistemas de referencia, con el fin de generar información base para futuros planes de restauración en ecosistemas perturbados. Lo anterior se llevó a cabo en dos

sectores, predio Pumillahue (Región de Los Ríos) y Reserva Nacional China Muerta (Región de La Araucanía).

METODOLOGÍA

Áreas de Estudio

El predio Pumillahue se ubica en la región de Los Ríos, comuna de Panguipulli, es propiedad de la Corporación Nacional Forestal y cuenta con una superficie de 687 hectáreas, de las cuales 350 corresponden a bosque nativo. Estos bosques constituyen una formación vegetal de amplia extensión, dominada por *Nothofagus obliqua* y con un variado elenco florístico en el que se destaca la presencia de elementos laurifolios como *Laurelia sempervirens*, *Aextoxicon punctatum*, *Podocarpus salignus* y *Eucryphia cordifolia*, con presencia importante de lianas como *Lapageria rosea*, *Boquila trifoliolata*, *Cissus striata*, *Sarmienta scandens* y *Luzuriaga radicans*, que marcan su carácter más húmedo. Según la descripción vegetal de Luebert y Pliscoff, el predio se enmarca dentro de la unidad vegetal denominada Bosque Caducifolio Templado de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*, la cual se desarrolla en sectores planos y piedemontes de la depresión intermedia de la región de La Araucanía y de Los Lagos

La Reserva Nacional China Muerta pertenece a la comuna de Melipeuco, región de La Araucanía (38° S, 71° W; Fig. 1), su extensión es de 11.170 ha, ocupadas principalmente por bosques de *Araucaria-Nothofagus* (CONAF, 2015). Esta área fue testigo de un catastrófico incendio forestal acontecido el 14 de marzo de 2015. En evaluaciones posteriores llevadas a cabo en terreno por CONAF, se determinaron tres niveles de severidad de fuego: alta severidad (AS), en donde la cubierta vegetal desapareció completamente; media severidad (MS), en la cual el fuego quemó parcialmente los árboles y el sotobosque; baja severidad (BS), en donde el daño del fuego a los árboles fue mínimo y permaneció gran parte del resto de la vegetación. Se incluyó también un área testigo la cual no fue afectada por el fuego y que constituye el sitio de referencia (SR).

Levantamiento de Datos

Previo a la captura de datos en el predio Pumillahue, se realizó una visita de prospección, en la que se identificó dos unidades vegetacionales: (i) bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum*); y (ii) bosque de roble (*Nothofagus obliqua*). El muestreo se realizó mediante el levantamiento de 8 parcelas rectangulares de 200 m² en cada una de las unidades vegetacionales identificadas. En cada área muestral se registraron todas las especies de plantas vasculares presentes y se estimó para cada una de ellas su abundancia de acuerdo al área cubierta (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

La colecta de datos en la Reserva China Muerta se realizó mediante el levantamiento de parcelas de muestreo permanente de 100 m² cada una. Se establecieron cinco parcelas por cada nivel de severidad de fuego (AS, MS, BS y CL), con un total de 20 unidades muestrales. En cada parcela se registró a todas las especies de plantas vasculares, y para cada una de ellas se determinó su abundancia total en términos de número de individuos.

Tratamiento de Datos

Se confeccionó un catálogo florístico en el cual se incluyó a todas las especies de plantas vasculares identificadas. Para cada una de ellas se indica su nombre científico, familia botánica, nombre común, origen geográfico, forma de vida y estado de conservación.

Para la clasificación y nomenclatura de las especies se acudió a Marticorena y Quezada (1985), Marticorena y Rodríguez (1995, 2001, 2003, 2005, 2011) y Zuloaga *et al.* (2008).

Las especies no identificadas en terreno fueron colectadas en bolsas plásticas,

etiquetadas y prensadas, para su posterior manipulación e identificación en trabajo de gabinete. Para dicho efecto se utilizó literatura especializada, fundamentalmente los trabajos de Matthei (1995), Riedemann y Aldunate (2003) y Teillier *et al.* (2014).

Para conocer la ordenación de las áreas muestreadas en torno a su composición florística, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (nMDS) para ambas áreas de estudio.

RESULTADOS

Pumillahue

Se identificó un total de 68 especies de plantas vasculares, de las cuales 42 se encontraron en el bosque de olivillo y 58 en el bosque de roble (Cuadro N° 1).

- Bosque de Olivillo (*Aextoxicon punctatum*)

Se identificó un total de 42 especies de plantas vasculares, cuya clasificación según origen y forma de vida se presenta en el Cuadro N° 1. El estrato herbáceo presentó una cobertura promedio de 39%, está compuesto por 19 especies de plantas, de las cuales las más frecuentes fueron *Boquila trifoliolata* y *Luzuriaga radicans* con presencia en las 8 estaciones muestreadas, en tanto que *Lapageria rosea* con una cobertura acumulada de 110% fue la especie más abundante.

El estrato arbustivo presentó una cobertura promedio de 88%, está compuesto por 25 especies de plantas, de las cuales las más frecuentes fueron *Aextoxicon punctatum*, *Lomatia dentata* y *Rhamnus diffusus* con presencia en las 8 estaciones muestreadas, en tanto *Aextoxicon punctatum* con una cobertura acumulada de 185% fue la especie más abundante.

El estrato arbóreo presentó una cobertura promedio de 77%, está compuesto por 9 especies de plantas, de las cuales la más frecuente y abundante fue *Aextoxicon punctatum* con presencia en 7 de las 8 estaciones muestreadas y una cobertura acumulada de 310%.

- Bosque de Roble (*Nothofagus obliqua*)

Se identificó un total de 58 especies de plantas vasculares, cuyos orígenes y formas de vida se resumen en el Cuadro N°1. El estrato herbáceo presentó una cobertura promedio de 38%, está compuesto por 35 especies de plantas, de las cuales las más frecuentes fueron *Blechnum hastatum* y *Luzuriaga radicans* con presencia en las 8 estaciones muestreadas, en tanto que *Luzuriaga radicans* con una cobertura acumulada de 54% fue la especie más abundante.

El estrato arbustivo presentó una cobertura promedio de 65%, está compuesto por 26 especies de plantas, de las cuales las más frecuentes fueron *Aristolelia chilensis*, *Lomatia dentata* y *Rhaphithamnus spinosus* con presencia en las 8 estaciones muestreadas, en tanto que *Aextoxicon punctatum* con una cobertura acumulada de 76% fue la especie más abundante.

El estrato arbóreo presentó una cobertura promedio de 57%, está compuesto por 9 especies de plantas, de las cuales la más frecuente y abundante fue *Aextoxicon punctatum* con presencia en las 8 estaciones muestreadas y una cobertura acumulada de 375%.

Cuadro N° 1
CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES IDENTIFICADAS EN LAS FORMACIONES
VEGETACIONALES DEL PREDIO PUMILLAHUE

	Bosque de Olivillo	Bosque de Roble	Total Pumillahue
Origen			
Endémicas	12	13	17
Nativas	30	33	39
Introducidas	0	12	12
Total	42	58	68

Forma de vida			
Hierbas anuales	0	7	7
Hierbas bianuales	0	1	1
Hierbas perennes	6	15	15
Epífitas	3	0	3
Trepadoras	8	8	9
Sub arbustos	1	1	1
Arbustos	7	10	12
Árboles	17	16	20
Total	42	58	68

En las categorías taxonómicas superiores se identificó un total de 63 géneros, siendo el más importante *Nothofagus* con 3 representantes.

En las familias se obtuvo una riqueza total de 42 taxones, de los cuales la familia *Asteraceae* presentó el mayor número de representantes, seguido de *Myrtaceae*, *Proteaceae*, *Apiaceae* y *Nothofagaceae*, en tanto que hay 8 familias con 2 representantes y 29 con solo uno.

El análisis de ordenación muestra la formación de dos grupos. Si bien ambos conglomerados muestran una alta abundancia de *Aextoxicon punctatum*, las diferencias están dadas por la presencia de otras especies acompañantes.

El primer grupo presenta una mayor abundancia de *Lapageria rosea*, *Lophosoria quadripinnata* y *Laureliopsis philippiana*, una baja participación de *Nothofagus obliqua* y la presencia exclusiva de *Raukaua laetevirens*.

El segundo grupo se diferencia en torno a una mayor abundancia de *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*, y a la presencia exclusiva de algunas especies exóticas como *Cirsium vulgare*, *Hypochaeris radicata* y *Digitalis purpurea* (Figura 1).

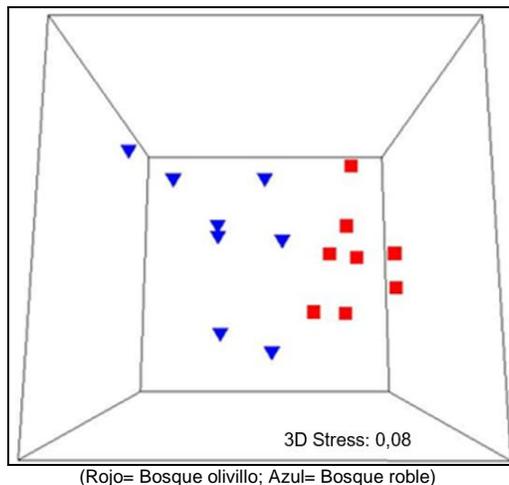


Figura N° 1
DIAGRAMA DE SIMILITUD FLORÍSTICA DE LAS FORMACIONES VEGETACIONALES IDENTIFICADAS EN PREDIO PUMILLAHUE

RN China Muerta

En la reserva China Muerta la riqueza y abundancia de especies decrece paulatinamente en la medida que los sitios fueron más afectados por los incendios. Así, en las áreas de alta severidad se registraron valores de riqueza de 5,6 ($\pm 1,3$) especies, mientras que en baja severidad aumentó a 17,8 ($\pm 2,1$). En el sitio de referencia en tanto, la riqueza fue de 16,6 ($\pm 0,7$) especies (Figura N° 2).

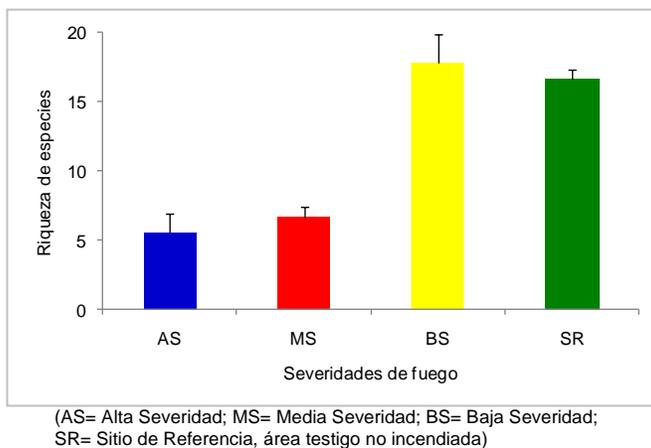
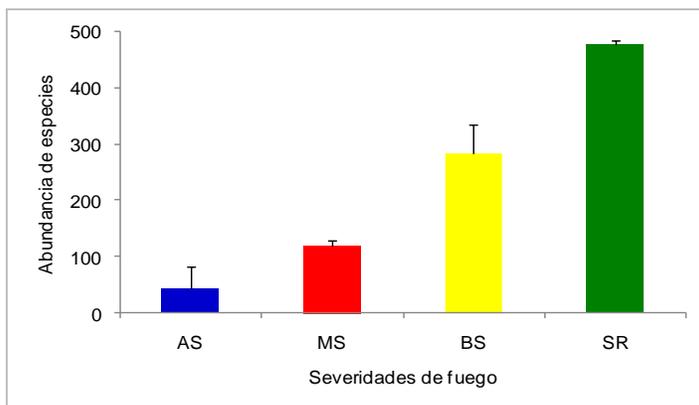


Figura N° 2
RIQUEZA DE ESPECIES SEGÚN SEVERIDAD DE FUEGO EN RN CHINA MUERTA

Respecto de la abundancia de especies, esta fue de 43,4 (\pm 39,4) en alta severidad y aumentó hasta 283 (\pm 52,6) en baja severidad. En el sitio de referencia la abundancia de especies fue de 476,4 (\pm 7,2) (Figura N° 3).



(AS= Alta Severidad; MS= Media Severidad; BS= Baja Severidad; SR= Sitio de Referencia, área testigo no incendiada)

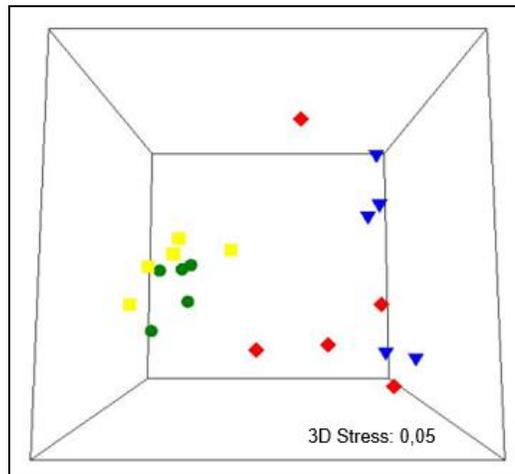
Figura N° 3
ABUNDANCIA DE ESPECIES SEGÚN SEVERIDAD DE FUEGO EN RN CHINA MUERTA.

En áreas donde el fuego alcanzó severidad media a alta la especie más abundante fue *Chusquea quila*, en tanto que en zonas de baja severidad y en el sitio de referencia la más abundante fue *Maytenus disticha*. En todas las condiciones estudiadas hubo una clara dominancia de las especies nativas, sin embargo, de igual manera las especies exóticas se hicieron evidentes. En alta severidad se registró la presencia de *Rumex acetosella*, en media severidad apareció *Holcus lanatus*, en baja severidad se hicieron presentes *Cirsium arvense*, *Euphorbia peplus*, *Holcus lanatus*, *Lactuca serriola*, *Ranunculus repens* y *Rumex acetosella*. En el sitio de referencia sólo apareció *Cerastium arvense*.

En el hábito de crecimiento arbóreo, *Araucaria araucana* fue la especie más abundante en alta severidad, en tanto que *Nothofagus pumilio* lo fue en las parcelas de severidad media, baja y en el sitio de referencia. En el hábito arbustivo, *Chusquea culeou* fue la especie más abundante en alta y media severidad, en tanto que *Maytenus disticha* lo fue en baja severidad y en el sitio de referencia.

En el hábito herbáceo, *Alstroemeria aurea* fue la especie más abundante en alta, media y baja severidad, en tanto que *Adenocaulon chilense* lo fue en el sitio de referencia. Cabe señalar que solo en este último hábito de crecimiento se manifiestan las especies exóticas.

El análisis de ordenación revela la existencia de dos grupos definidos de acuerdo a la composición florística que presentan. El primer conjunto está conformado por los sitios de mayor perturbación (alta y media severidad), cuyo principal carácter diferencial es una mayor abundancia de *Chusquea quila*. El segundo conglomerado está constituido por la condición de baja severidad y el sitio de referencia, su separación está dada por una mayor presencia de *Maytenus disticha*, *Nothofagus pumilio* y *Ribes magellanicum* (Figura N° 4).



(Azul = Severidad Alta; Rojo = Media; Amarillo = Baja;
Verde = Sitio de referencia no incendiado)

Figura N° 4
DIAGRAMA DE SIMILITUD FLORÍSTICA DE LAS ÁREAS AFECTADAS POR FUEGO
DE DISTINTA SEVERIDAD EN RN CHINA MUERTA

DISCUSIÓN

Tanto el bosque de roble del predio Pumillahue, como las zonas de baja severidad en la RN China Muerta, concentran un importante número de especies exóticas, lo cual da cuenta de una presión adicional a la perturbación ya existente en cada una de las áreas de estudio.

En el caso del bosque de roble, se ha documentado que un dosel abierto es más propenso a la llegada de especies foráneas (Charbonneau y Fahrig, 2004), ya que dichos elementos germinan y crecen más rápido en micrositios abiertos que en zonas con doseles cerrados (Meekins y McCarthy, 2001; Meiners *et al.*, 2002).

En el caso de China Muerta, la presencia de especies exóticas podría atribuirse al paso continuo de ganado vacuno en el área (Urrutia-Estrada *et al.*, 2018), el impacto de estos animales sobre el piso del bosque y su relación con la llegada de especies exóticas ha sido documentada por varios autores (Chaichi *et al.*, 2005; Savadogo *et al.*, 2007; Amiri *et al.*, 2008). La capacidad de una especie para invadir bajo el dosel de un bosque está en estrecha relación con el hábito de crecimiento que presente, siendo la vegetación herbácea la más común (Pauchard *et al.*, 2014). En este sentido, en ambas áreas de estudio las hierbas perennes introducidas juegan un rol importante, por lo que en un futuro cercano tendrán una incidencia relevante en el desarrollo de la comunidad vegetal.

Junto a lo anterior, también se debe considerar que la presencia de herbívoros puede tener una incidencia trascendental en los sitios que serán objeto de restauración, ya que en un primer momento su presencia podría provocar cambios en el andamiaje de especies de plantas de la comunidad vegetal (Chaichi *et al.*, 2005). Esto podría repercutir en transformaciones profundas, como algunos cambios en las trayectorias sucesionales post-disturbio, lo cual en el caso de China Muerta podría culminar en una comunidad de plantas más propensa al fuego (Raffaele *et al.*, 2011).

La restauración post-fuego es un proceso esencial para la recuperación de los ecosistemas, ya que los incendios de alta severidad destruyen la vegetación, consumen la cubierta vegetal orgánica y exponen el suelo mineral a la erosión, especialmente en el periodo de lluvias (Neary *et al.*, 2005). La restauración, por tanto, busca devolver la estructura y funcionalidad de los ecosistemas, así como también hacerlos resilientes al fuego (Dorner y Brown, 2000; Robichaud *et al.*, 2003; Vega, 2007).

Cabe señalar que la restauración del manto vegetal difícilmente llegará a ser la copia fiel de la comunidad original de referencia, esto debido a que los procesos ecológicos y los organismos involucrados llegan a niveles tan elevados de complejidad, que muchas veces la restauración solo favorece un proceso de cicatrización (Balaguer, 2002); lo cual no necesariamente implica seguir el proceso histórico que generó las comunidades vegetales actuales (Lawton, 1999). Más aún, la recuperación es improbable cuando la mayor parte de las especies originales ha sido eliminada en grandes áreas y no existen fuentes de colonizadores (Primack y Massardo, 2001).

Este tipo de información sirve como un punto de partida para la correcta toma de decisiones en los programas de rehabilitación y restauración ecológica. Una alternativa plausible frente a las alarmantes tasas actuales de pérdida de biodiversidad, es que la degradación accidental o deliberada de cada ecosistema sea corregida mediante su restauración o la de otro enclave ecológicamente equivalente. Teniendo en cuenta las limitaciones propias del proceso de restauración, difícilmente constituirá una alternativa frente a la preservación de los ecosistemas. Sin embargo, puede ser una importante herramienta en pro de la conservación.

REFERENCIAS

- Alanís, E.; Jiménez, J.; Valdecantos, A.; Pando, M.; Aguirre, O. & Treviño, E. 2011. Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17: 31-39.
- Amiri, F.; Ariapour, A. & Fadai, S. 2008. Effects of livestock grazing on vegetation composition and soil moisture properties in grazed and non-grazed range site. *Journal of Biological Sciences* 8: 1289-1297.
- Balaguer, L. 2002. Las limitaciones de la restauración de la cubierta vegetal. *Ecosistemas* 11: 1-11.
- Beauchamp, V. & Shafroth, P. 2011. Floristic composition, beta diversity, and nestedness of reference sites for restoration of xeroriparian areas. *Ecological Applications* 21: 465-476.
- Chaichi, M.; Saravi, M. & Malekian, A. 2005. Effects of livestock trampling on soil physical properties and vegetation cover (case study: Lar Rangeland, Iran). *International Journal of Agriculture & Biology* 7: 904-908.
- Charbonneau, N. & Fahrig, L. 2004. Influence of canopy cover and amount of open habitat in the surrounding landscape on proportion of alien plant species in forest sites. *Ecoscience* 11: 278-281.
- CONAF. 2015. Plan de restauración incendio China Muerta. Temuco, Chile. 64 pp.
- Dorner, J. & Brown, S. 2000. A guide to restoring a native plant community. University of Washington, 59 pp.
- Harris, J.; Hobbs, R.; Higgs, E. & Aronson, J. 2006. Ecological restoration and global climate change. *Restoration Ecology* 14: 170-176.
- Huxel, G. & Hastings, A. 1999. Habitat loss, fragmentation, and restoration. *Restoration Ecology* 7: 309-315.
- Jiménez, J.; Alanís, E.; Ruiz, J.; González, M.; Yerena, J. & Alanís, G. 2012. Diversidad de la regeneración leñosa del matorral espinoso tamaulipeco con historial agrícola en el NE de México. *Ciencia UANL* 15: 66-71.
- Lawton, J. 1999. Are there general laws in ecology? *Oikos* 84: 177-192.
- Marticorena, C. & Quezada, M. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42: 1-155.

- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 1995.** Flora de Chile. Vol. 1. Pteridophyta-Gymnospermae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 351 pp.
- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 2001.** Flora de Chile. Vol. 2(1). Winteraceae-Ranunculaceae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 99 pp.
- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 2003.** Flora de Chile. Vol. 2(2). Berberidaceae-Betulaceae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 93 pp.
- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 2005.** Flora de Chile. Vol. 2(3). Plumbaginaceae-Malvaceae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 128 pp.
- Martcorena, C. & Rodríguez, R. (eds.). 2011.** Flora de Chile. Vol. 3(1). Misodendraceae-Zygophyllaceae. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 148 pp.
- Martínez, E. 2000.** Restauración ecológica y biodiversidad. *Biodiversitas* 28: 11-14.
- Matthei, O. 1995.** Manual de malezas que crecen en Chile. Alfabeto Impresores, Santiago, Chile. 545 pp.
- Meekins, J. & McCarthy, B. 2001.** Effect of environmental variation on the invasive success of a nonindigenous forest herb. *Ecological Applications* 11: 1336-1348.
- Meiners, S.; Pickett, S. & Cadenasso, M. 2002.** Exotic plant invasions over 40 years of old field successions: Community patterns and associations. *Ecography* 25: 215-223.
- Mora, C.; Alanís, E.; Jiménez, J. & González, M. 2013.** Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso Tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada* 12: 29-34.
- Mueller-Dombois, D & Ellenberg, H. 1974.** Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York, U.S.A. 547 pp.
- Neary, DG.; Ryan, KC. & DeBano, LF. (eds). 2005.** Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soil and water. Gen. Tech. Rep. RMRS Online publication. GTR-42-vol. 4. Ogden UT.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 257 pp.
- Palmer, MA.; Ambrose, RF. & Poff, NL. 1997.** Ecological theory and community restoration ecology. *Restoration Ecology* 5:291-300.
- Pauchard, A.; García, R.; Langdon, L. & Núñez, M. 2014.** Invasiones de plantas en ecosistemas forestales: Bosques y praderas invadidas. En: Donoso C, M González & A Lara (eds.) *Ecología forestal: Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos de Chile*. Ediciones Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 673-691 pp.
- Pickett, STA. & Parker, VT. 1994.** Avoiding the old pitfalls: opportunities in a new discipline. *Restoration Ecology* 2:75-79.
- Pollock, M.; Beechie, T. & Imaki, H. 2012.** Using reference conditions in ecosystem restoration: an example for riparian conifer forests in the Pacific Northwest. *Ecosphere* 3: 1-23.
- Primack, R. & Massardo, F. 2001.** Restauración ecológica. Pp. 559-582 en R., Primak editores. *Fundamentos de conservación biológica: perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Raffaele, E.; Veblen, TT.; Blackhall, M. & Tercero-Bucardo, N. 2011.** Synergistic influences of introduced herbivores and fire on vegetation change in northern Patagonia, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 22: 59-71.
- Riedemann, P. & Aldunate, G. 2003.** Flora Nativa de valor ornamental. Identificación y Propagación. Chile. Zona Sur. Editorial Andrés Bello, Santiago, Chile. 516 pp.
- Robichaud, PR., Macdonald, L.; Freeouf, J.; Neary, D.; Marin, D. & Ashmun, L. 2003.** Postfire rehabilitation of the Hayman fire. En: R.T. Graham (ed) *Hayman Fire Case Study*. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. RM-RS-GTR-114.
- Savadogo, P.; Sawadogo, L. & Tiveau, D. 2007.** Effects of grazing intensity and prescribed fire on soil physical

and hydrological properties and pasture yield in the savanna woodlands of Burkina Faso. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118: 80-92.

SER 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 15 pp.

Stoddard, JLDAP.; Larsen, C.; Hawkins, P.; Johnson, RK. & Norris, RH. 2006. Setting expectations for the ecological condition of streams: the concept of reference condition. *Ecological Applications* 16:1267–1276.

Teillier, S.; Marticorena, A.; Macaya, J.; Bonnemaïson, C. & Delaunoy, J. 2014. Flora Reserva Biológica Huilohuilo. Guía para la identificación de las especies. Volumen I, II y III. Fundación Huilohuilo, Santiago, Chile. 473+343+373 pp.

Urrutia-Estrada, J.; Fuentes-Ramírez, A. & Hauenstein, E. 2018. Diferencias en la composición florística en bosques de *Araucaria-Nothofagus* afectados por distintas severidades de fuego. *Gayana Botánica* 75: 12-25.

Vega, J. 2007. Bases ecológicas para la restauración preventiva de zonas quemadas. Thematic Session 8- Restauración de zonas quemadas-Vega, J.A.

White, P. S. & Walker, JL. 1997. Approximating nature's variation: Selecting and using reference information in restoration ecology. *Restoration Ecology* 5:338–349.

Young, TP.; Petersen, DA.; & Clary, JJ. 2005. The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology Letters*. 8; 662–673.

Zamora, R. 2002. La restauración ecológica: una asignatura pendiente. *Ecosistemas* año XI. N°1.

Zuloaga F.; Morrone, O. & Belgrano, M. (eds.). 2008. Catálogo de las plantas vasculares del cono sur (Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Vol. 1. Pteridophyta, gymnospermae y monocotyledoneae. Missouri Botanical

PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD FORESTAL DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA EN TORNO A ESPECIES FORESTALES ALTERNATIVAS⁹ PRINCIPALES RESULTADOS. Pinilla, Juan Carlos¹⁰; Luengo, Karina; Navarrete, Mauricio; Hernández, Gonzalo; Elgueta, Patricio; Campos, L. y Navarrete, Felipe. Instituto Forestal, Chile. jpínilla@infor.cl

RESUMEN

El Instituto Forestal desde sus inicios ha desarrollado investigaciones sobre especies del género *Acacia*. A comienzos de los años 60 del siglo pasado se iniciaron los programas de introducción de especie forestales al país en los cuales fueron incluidas numerosas de ellas traídas de Australia. Con el transcurso de los años han destacado especialmente, por su adaptación y buen desarrollo, especies del género como *Acacia dealbata* Link., *Acacia melanoxylon* R. Br. y *Acacia mearnsii* D. Wild. En años más recientes INFOR ha realizado diferentes investigaciones orientadas a su silvicultura y manejo y a definir las propiedades físicas y mecánicas de sus maderas y sus aptitudes de uso, para posteriormente abordar un fuerte programa de difusión y transferencia tecnológica orientado a dar a conocer las experiencias y resultados de las investigaciones, enfocado en especial en pequeños y medianos propietarios forestales y pequeños y medianos industriales de la madera.

La conclusión general es que estas especies muestran un rápido crecimiento en diferentes zonas del país, incluso en áreas marginales para el desarrollo de las especies tradicionalmente empleadas en las plantaciones, como pino radiata y eucaliptos, y que las propiedades de sus maderas las hacen aptas, atractivas y adecuadas para una variedad de usos.

Palabras clave: *Acacia* spp., Propiedades de la madera, Usos industriales.

SUMMARY

The Forestry Institute since its creation has developed research on species of the *Acacia* genus. At the beginning of the 60s of the last century, programs for the introduction of forest species to the country were initiated, in which many of them brought from Australia were included. Over the years, species of the genus such as *Acacia dealbata* Link., *Acacia melanoxylon* R. Br. and *Acacia mearnsii* D. Wild have shown a very good adaptation and development. In more recent years INFOR has carried out different investigations oriented to its silviculture and management and to define the physical and mechanical properties of its wood and its aptitude for use, to later address a strong diffusion and technological transfer program oriented to make known the experiences and research results, especially focused on small and medium forest owners and small and medium wood industries.

The general conclusion is that these species show rapid growth in different areas of the country, including marginal areas for the development of species traditionally used in plantations, such as Radiata Pine and Eucalypts, and that the properties of their woods make them suitable and attractive for a variety of uses.

Key words: *Acacia* spp., Wood properties, Industrial uses

⁹ Documento elaborado en el marco del proyecto FNDR /FIC-2013 30197172-0, Región del Bio Bio, Fortalecimiento la competitividad de pequeñas y medianas empresas y propietarios forestales de la Región del Bio Bio, a través de la difusión y promoción de la utilización de especies forestales de *Acacia* de un alto potencial productivo.

INTRODUCCIÓN

En la Región del Bio Bio existen áreas con condiciones de sitio que resultan marginales para los cultivos forestales tradicionales y además suelos forestales desprovistos de vegetación. Para estos casos existen alternativas productivas eficientes, tales como la forestación con *Acacia dealbata* y *Acacia melanoxylon*, las cuales en diversas investigaciones del Instituto Forestal (INFOR) han mostrado resultados de crecimiento que permiten alcanzar retornos económicos a temprana edad, dadas las adecuadas propiedades de la madera y sus productos.

INFOR, con el apoyo del Gobierno Regional de la Región del Bio Bio, desarrolló entre los años 2002 a 2005 un programa en el que consideró el establecimiento de unidades experimentales y demostrativas en la región, y diversas actividades de transferencia y difusión de estas y sus resultados.

Dichas unidades demostrativas actualmente avalan el potencial de estas opciones forestales, con unidades que demuestran el buen crecimiento y respuesta al manejo. Diferentes estudios demuestran la calidad de la madera de estas especies, generan un creciente interés por su uso y han incrementado la demanda de semillas y plantas para establecer plantaciones con ellas en nuevas áreas.

En esta línea de trabajo, se pudo observar que era necesario profundizar en aspectos de difusión del potencial de crecimiento y uso de estas especies forestales, con el fin de fomentar una nueva opción de negocio dada la diversidad de usos que presenta la madera, que hasta ahora solo se la consideraba como materia prima para celulosa o biomasa para energía.

Es así como el Instituto Forestal desarrolló el programa "Fortalecimiento de la competitividad de pymes y propietarios forestales de la Región del Bio Bio a través de difusión y promoción de la utilización de especies forestales de *Acacia* de alto potencial productivo".

Este programa, desarrollado entre los años 2014 y 2017, realizó transferencia tecnológica dirigida hacia el sector productivo forestal, realizando actividades entre los grupos objetivos de la pyme silvícola (propietarios forestales) y pyme maderera (aserraderos) de la Región del Bio Bio, que permitieron dar a conocer e incentivar el uso de *Acacia dealbata* y *Acacia melanoxylon* en sus procesos de producción de la madera.

Se desarrolló una difusión de los potenciales usos de estas especies, que permiten producir desde madera aserrada hasta biomasa para energía, de modo de constituir las en una nueva opción para la pyme maderera regional, incluyéndose además esquemas de manejo silvícolas para mejorar la productividad forestal, la calidad de la madera y definir los mejores tipos de productos.

Dentro de un permanente programa de difusión y transferencia se contempló el desarrollo de talleres, charlas técnicas, reuniones, y seminarios, donde se presentaron y analizaron aspectos como la caracterización tecnológica de la madera de estas especies forestales, sus potencialidades de uso, los productos principales a obtener y la silvicultura y producción, según opciones de productos.

Además, se realizaron días de campo visitando unidades demostrativas y bosques con las especies para que el sector objetivo pudiera apreciar su desarrollo en terreno, transfiriéndose así en forma práctica las potencialidades de las especies.

Se agrega la invitación y traída al país de expertos en el uso de estas especies y sus maderas, desde países como España, Alemania y Australia. Cabe recordar que este último país es el origen de estas acacias y en él se las utiliza en forma industrial.

Como apoyo al proceso de transferencia se realizaron estudios complementarios en el

área tecnológica para la caracterización de la madera de aramo (*Acacia dealbata*), desarrollando en específico estudios de la densidad básica, las propiedades físicas y mecánicas y la clasificación estructural mecánica de madera, resultados que han sido difundidos en el sector industrial y a propietarios forestales interesados en avanzar en la innovación con nuevas especies

Se propusieron y desarrollaron modelos de transferencia tecnológica que permitieran a la pyme forestal y a la pyme maderera asimilar la información técnica desarrollada por INFOR en base a sus estudios.

Además, se identificaron nuevas necesidades de la pyme, incluyendo la formulación y postulación de proyectos en relación a nuevos productos o servicios o sobre materias relacionadas.

Entre los principales problemas abordados por el programa destacan los siguientes:

- Desconocimiento de opciones forestales productivas en suelos de mala calidad o con restricciones.
- Uso de pino y eucalipto en sitios no adecuados, obteniéndose una alta mortalidad de las plantaciones tradicionales en suelos degradados o con restricciones climáticas y una pérdida de productividad y de alternativas productivas de mayor valor agregado.
- Baja capacidad de gestión en el segmento de las pymes, lo que se asocia a una pérdida de producción y un bajo acceso a iniciativas e incentivos del Estado.
- La información tecnológica generada por institutos tecnológicos, universidades o empresas, aunque disponible, mayoritariamente no es conocida y utilizada por propietarios de bosques o integrantes de la pyme maderera, lo que se debe a diversas razones, como es el no uso de las tecnologías de la información (Web), documentos tecnológicos de lenguaje de alta complejidad, falta de eventos de difusión, bajo acceso a bibliotecas y otras.
- Dificil acceso de la pyme maderera a trozas de buena calidad, por mal manejo, mala clasificación y cubicación, o trozas provenientes de otras especies de interés tecnológico y comercial. Ello implica un mayor costo de la materia prima, madera aserrada de baja calidad, bajo rendimiento, pérdida de nuevos mercados y menor competitividad.
- Ausencia de clasificación visual y cubicación de la madera aserrada de especies alternativas como las acacias.

OBJETIVOS

Objetivo General

Difundir y transferir nuevas opciones y productos de especies forestales alternativas para uso industrial, aumentando la competitividad, valorizando suelos erosionados o subutilizados de pequeños y medianos propietarios, y aumentando las opciones de abastecimiento industrial para la pyme maderera.

Objetivos Específicos

Transferir a propietarios forestales de la región información y tecnología para el uso de especies forestales multipropósito que apoyen su desarrollo económico.

Capacitar a la pyme maderera y fomentar en ella el uso de la madera de acacias en sus procesos industriales.

Mantener un programa permanente de difusión y transferencia para estos segmentos de propietarios y productores.

RESUMEN PRINCIPALES ACTIVIDADES DESARROLLADAS SEGÚN OBJETIVOS

Transferencia a la Pyme Forestal

Este objetivo apunta a la promoción y difusión silvícola de especies forestales multipropósito con potencial de crecimiento en la Región del Bio Bio y se realizaron con estos fines las siguientes actividades:

- Generación de Documentos técnicos. Un primer documento con antecedentes silvícolas de las especies del género *Acacia* que han mostrado un potencial de crecimiento en la región (Informe Técnico N° 206), que incluye el análisis de requerimientos de suelo y clima de las especies, así como el análisis geoespacial de superficie disponible potencialmente en la región para la forestación con ellas. Además, dos documentos con antecedentes tecnológicos e industriales de la madera de *Acacia dealbata* (Informe Técnico N°207) y *Acacia melanoxyton* (Informe Técnico N°213) que crecen en la región del Bio Bio.
- Mantención y evaluación de red de unidades demostrativas con las especies de *Acacia* establecidas por INFOR en la región, las cuales fueron utilizadas para las actividades de difusión del programa y para la obtención de datos de crecimiento de cada una de las especies forestales que las componen.
- Propuesta de opciones productivas silvícolas, con el propósito de promover el establecimiento de plantaciones de acacias y manejo de masas asilvestradas presentes en la región.
- Realización en forma permanente de reuniones con profesionales de las Oficinas de Programa de Desarrollo Local comunales (PRODESAL), para la coordinación de actividades de difusión y capacitación con los propietarios de la comuna, beneficiarios directos de los resultados del programa.

Transferencia a la Pyme Maderera

Objetivo relacionado con la promoción de opciones productivas industriales a la pyme de la industria del aserrío de la región, caso en el que las principales actividades fueron las siguientes:

- Reuniones de trabajo con las pymes para la presentación del programa y la coordinación de trabajo a realizar, tanto en los estudios de clasificación visual de la madera como en la programación de las actividades de difusión y capacitación.
- Realización de estudio de clasificación visual de la madera de *Acacia dealbata*.
- Realización del estudio de la densidad básica de *Acacia dealbata*.
- Desarrollo de cursos de capacitación sobre el uso de la madera de acacia en procesos industriales, así como también sobre especificaciones técnicas relacionadas con su uso en la construcción, madera aserrada, artesanía, mueblería y biomasa de energía.

- Edición de Catálogo con muestras de productos elaborados en base a madera de acacia.
- Prospección de nuevos productos y generación de especificaciones técnicas de los procesos industriales de productos seleccionados.
- Propuesta de negocio y generación de alianzas de negocio y comercialización.

Implementación de un Programa de Difusión y Transferencia

Objetivo orientado a la difusión y transferencia a las pymes forestales y madereras.

- Diseño e implementación de un programa de difusión y transferencia permanente elaborado a través de las vinculaciones realizadas con los Profesionales de PRODESAL de las diversas comunas y con los representantes de las asociaciones de la pyme industrial y los propietarios forestales.
- Asistencia Congresos y seminario para presentación de los resultados del programa.
- Realización de charlas y talleres de capacitación y difusión en temáticas silvícolas e industriales.
- Realización de seminarios ampliados con participación de especialistas internacionales.
- Participación en Gira tecnológica realizada a España.
- Días de bosques donde propietarios e industriales de la madera visitaron unidades demostrativas de INFOR para conocer en terreno el crecimiento de las especies y sus características.
- Edición de 3.000 Folletos de Difusión, abordando la descripción del programa, las características de las especies y los resultados del estudio de clasificación visual de la madera de *Acacia dealbata*.
- Traída de expertos internacionales silvícolas e industriales España, Alemania y Australia.
- Formulación y adjudicación de nuevo programa FIC 2017, Región del Bio Bio, para el fomento y uso de especies de acacia como biomasa para Energía.

ESTUDIOS TECNOLÓGICOS SOBRE PROPIEDADES DE LAS MADERAS

Tensiones Admisibles de la Madera Aserrada de *Acacia dealbata* Clasificada Visualmente

En este estudio se utilizó árboles de 14 años de *Acacia dealbata* (aromado país) cosechados de un ensayo localizado en la zona de Lastarría, Región de la Araucanía (Figura N° 1).

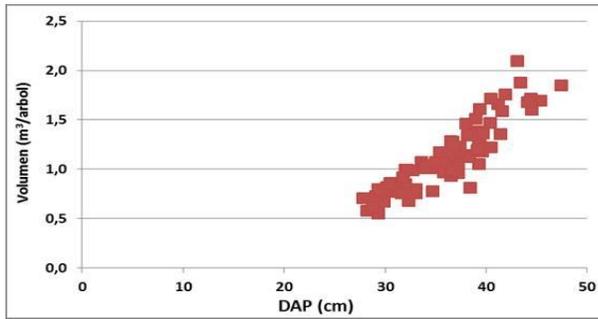


Figura N° 1
ANTECEDENTES DEL VOLUMEN INDIVIDUAL DE LOS ÁRBOLES DE ACACIA DEALBATA
UTILIZADOS EN LOS ESTUDIOS DE LA MADERA



Figura N° 2
TRANSPORTE Y PROCESO DE TROZAS Y ELABORACIÓN DE MADERA

De este estudio se concluye que:

Para obtener un mejor comportamiento en proceso de secado artificial de la madera de *Acacia dealbata* es preciso un pre-secado al aire, bajo sombra por un periodo de 3 semanas para lograr un contenido de humedad lo más cercano posible al 30%. Para esto, la madera puede ser encastillada utilizando separadores espaciados cada 30 cm, lo que favorece la circulación de aire, protegida de luz directa, en conjunto con contrapesos para disminuir la generación de alabeos o curvaturas. Luego el secado es relativamente fácil de lograr con programas muy similares a los usados para pino radiata y pino oregon.

El aserrío de la madera de *Acacia dealbata* debe realizarse lo más rápido posible respecto de la corta en bosque, pues al ir perdiendo agua las trozas se endurecen, lo que dificulta el proceso. Caso contrario, las trozas deben ser dispuestas en una cancha con riego.

En el proceso de aserrío es necesario realizar el corte con sierra con diente reforzado o hacer modificaciones a los ángulos de corte, garganta y paso de las sierras, de manera de favorecer un mejor corte y minimizar pérdidas, no presentando mayor dificultad para cepillado y elaboración.

Los ensayos mecánicos evidencian que todas las propiedades de resistencia y rigidez de *Acacia dealbata* aumentan al mejorar la calidad visual estructural de la madera.

Los ensayos de flexión, tracción paralela a la fibra, compresión paralela a la fibra y cizalle evidencian fallas típicas y similares a las obtenidas para otras especies en este mismo tipo de estudio.

Las tensiones admisibles de resistencia y rigidez de los 2 grados estructurales visuales de clasificación de madera estructural, definidos en la norma INN, utilizados para el estudio con *Acacia dealbata*, son superiores a los grados visuales del pino radiata.

Las conclusiones del estudio indican que la madera de *Acacia dealbata* ensayada es un material con propiedades mecánicas adecuadas para la construcción.

La madera de aroma del país tiene color de vetas muy similares a especies nativas como lingue, lo que la destaca sobre otras especies exóticas y la hace muy atractiva para su utilización en la fabricación de muebles, artesanías y revestimientos.

El potencial de uso de esta especie, como madera para la industria, es avalado por los resultados de secado y cepillado, lo que requiere de adecuados esquemas de manejo silvícola para conseguir la madera apropiada para productos finales como construcción y muebles).

Densidad Básica de la Madera de *Acacia dealbata*

En este estudio se utilizó la metodología definida por la norma ASTM D 143. 2007 y generó como resultado que la densidad básica promedio obtenida a partir de la madera de *Acacia dealbata* es de 640,6 kg/m³.

Se trata de un dato de importancia, dada su gravitación en las propiedades físicas y mecánicas de la madera, importantes para diferentes usos, y además, porque permite conocer la cantidad de materia seca por unidad de volumen contenida en la madera, información de interés para usos como celulosa o biomasa para energía, a mayor densidad básica mayor cantidad de materia seca por unidad de volumen a una edad determinada.

HITOS DEL PROGRAMA

Los principales hitos en el desarrollo del programa son los siguientes:

- Programa de difusión silvícola e industrial implementado. Alcanza a 1.050 personas capacitadas en forma directa abarcando gran parte de las comunas de la región.
- Generación de documentos técnicos silvícolas e industriales, como material de difusión y capacitación para fomentar el uso de las especies en la región.
- Caracterización de la madera para fomentar su utilización, a través de los estudios de la clasificación visual y densidad básica de la madera de *Acacia dealbata*.
- Catálogo de productos elaborados en base a madera de acacia
- Generación e identificación de una opción productiva silvícola a través de la cual es posible promover el incremento de la superficie plantada y por ende un aumento de la demanda por plantas, tras conocer el potencial de crecimiento de las especies y las nuevas alternativas de negocio.
- Difusión entre diversos sectores productivos, como construcción, muebles, artesanías y otros), de los antecedentes tecnológicos de la madera de una nueva especie forestal, propiciando su utilización en procesos industriales por la pyme industrial maderera regional.
- Consolidación de una red de unidades demostrativas con las especies establecidas por INFOR en la Región del Bio Bio, incluyendo su mantención y evaluación, que permite su utilización en programas de difusión y transferencia permanente.
- Detección de oportunidad de desarrollo de nuevos negocios e innovación en base al uso de las especies bajo estudio para la generación de biomasa forestal para la generación de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), reconociendo el potencial de desarrollo de este tipo de materia prima y la importancia del mercado de dicho producto en la región.
- Formulación y adjudicación de nuevo programa FIC 2017, Región del Bio Bio para el fomento y uso de especies de *Acacia* como biomasa para energía.
- Consolidación de plataforma Web operativa virtual en servidor de INFOR, para visualización y consulta acerca de las especies, silvicultura, productos, aprovechamiento industrial y otros antecedentes de utilidad.

NUEVO PROGRAMA FIC ACACIA PARA USO EN ENERGÍA

Con la finalidad de dar continuidad al programa y profundizar en la capacidad de las especies para ser utilizada como biomasa forestal para la generación de energía renovable, INFOR presentó y le fue adjudicado un nuevo programa pen el concurso FIC Región del Bio Bio 2017. El nuevo proyecto lleva por título "Fortalecimiento de la competitividad del sector de las energías renovables y de la pyme forestal, a través del desarrollo de herramientas de apoyo a la gestión y encadenamiento productivo para el abastecimiento sustentable de biomasa forestal para uso en generación de energía en la Región del Bio Bio".

El objetivo general del nuevo programa es difundir y transferir nuevas opciones productivas de especies forestales para uso en generación de energía, aumentando la competitividad regional, valorizando suelos erosionados o subutilizados de pequeños y medianos

propietarios y aumentando las opciones de negocio y de abastecimiento de biomasa forestal para energía.

La iniciativa aborda mejorar la competitividad del sector de las energías renovables no convencionales en la región, a través del desarrollo de herramientas que fortalecerán la gestión y encadenamiento de la pyme forestal, productores del sector energía y plantas generadoras de energía, propiciando al mismo tiempo, el abastecimiento sustentable de la biomasa forestal para diferentes emprendimientos.

El proyecto reconoce que en la región existen suelos con alguna marginalidad para las especies habitualmente empleadas en plantaciones, o también que cuentan con masas asilvestradas de especies forestales, dado que es una región eminentemente forestal. Se tiene presente igualmente la presencia de una superficie importante de suelos desarrollados aún posibles de forestar. Finalmente se considera la existencia de una cultura y un mercado de uso de biomasa para la generación de energía, siendo el negocio de la leña un claro ejemplo de esto.

ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN, TRANSFERENCIA Y CAPACITACIÓN

En el desarrollo del programa se ha puesto un fuerte énfasis en la difusión y transferencia de resultados y avance a la pyme forestal y la pyme maderera, y también a profesionales de los servicios del agro y otros, y en el apoyo al inicio de encadenamientos productivos. En los Cuadros N° 1 y N° 2 se muestra un detalle de los beneficiarios o asistentes en las distintas actividades del programa.

Cuadro N° 1
BENEFICIARIOS DEL PROGRAMA SEGÚN TIPO DE EVENTO Y AÑO

Año	Tipo Evento	Cantidad (N°)	Asistentes (N°)		
			Total	Mujeres	Hombres
2014	Seminario	1	20	3	17
	Subtotal	1	20	3	17
2015	Charlas, Talleres	17	228	88	140
	Reunión Pyme Industrial	2	23	4	19
	Seminario	1	29	6	23
	Curso procesos industriales	1	28	1	27
	Días de bosque	2	62	22	40
	Subtotal	23	370	121	249
2016	Charlas, Talleres	9	151	58	93
	Reunión Pyme Industrial	7	56	16	47
	Seminario	1	89	19	70
	Días de bosque	3	91	37	54
	Subtotal	20	387	130	264
2017	Charlas, Talleres	4	71	30	41
	Curso procesos industriales	2	36	14	22
	Seminario	1	157	19	138
	Días de bosque	2	9	3	6
	Subtotal	9	273	66	207
TOTAL		53	1050	320	737

**Cuadro N° 2
RESUMEN BENEFICIARIOS SEGÚN TIPO DE EVENTO**

Tipo Evento	Cantidad (N°)	Asistentes (N°)
Charlas, Talleres	30	450
Reunión Pyme Industrial	9	79
Seminario	4	295
Curso Procesos Industriales	3	64
Días de bosque	7	162
TOTAL	53	1.050

Es posible apreciar en los cuadros que se ha desarrollado difusión y transferencia directa a 1.050 beneficiarios del programa y que se registra una interesante participación femenina, que excede el 30%, principalmente en Charlas y Talleres, y en Días de Bosque, estas últimas netamente actividades en terreno.



ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA A PROPIETARIOS FORESTALES, PROFESIONALES DE PRODESAL-INDAP, OPERADORES Y PROFESIONALES INDEPENDIENTES



**LABORATORIO DE MADERA ESTRUCTURAL DE INFOR CONCEPCIÓN
ESTUDIO DE LAS TENSIONES Y CLASIFICACIÓN VISUAL DE LA MADERA DE *Acacia dealbata***



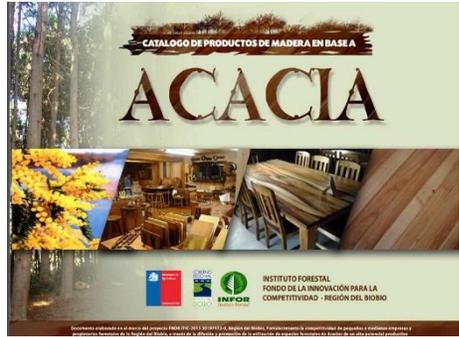
MUEBLES EN MADERA DE ACACIA DEALBATA



PRESENTACIÓN RESULTADOS DE ESTUDIOS INDUSTRIALES A EMPRESAS, ASERRADEROS, SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y MINISTERIO DE LA VIVIENDA



TRABAJO EN ARTESANÍAS CON MADERA DE ACACIAS



ENTREGA DE TROZAS DE ACACIA A ARTESANOS DE LA MADERA Y CATÁLOGO DE PRODUCTOS EN MADERA DE ACACIAS



ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA A PROPIETARIOS FORESTALES, PROFESIONALES DE PRODESAL-INDAP, OPERADORES Y PROFESIONALES INDEPENDIENTES



VISITA A PARCELAS EXPERIMENTALES

Es importante destacar que la mayor cantidad de actividades de difusión y transferencia, y de beneficiarios de estas corresponden a propietarios forestales que se vinculan a los PRODESAL comunales, y que debido al interés manifestado en el programa fue necesario llegar a más comunas de las originalmente contempladas.

Los principales usuarios detectados para la utilización de la tecnología entregada por el programa están orientados a las industrias destinadas a la producción de madera aserrada, fabricación de pisos, parquet y molduras, con experiencias además en la utilización de madera en procesos de foliado, con resultados satisfactorios. Existen aserraderos de pequeño tamaño que están iniciando la utilización de *Acacia dealbata*, dada las propiedades tecnológicas que ofrece la madera de esta especie, aprovechando recursos propios y los resultados entregados por INFOR.

Dichos usuarios y los propietarios de bosques, valoran y destacan también el uso de las acacias como biomasa energética de uso industrial y domiciliario, con una creciente utilización en la producción de leña y a futuro en la generación de *chips*. Según la opinión de participantes del programa y de quienes han utilizado la madera de acacias es posible destacar algunos usos y potencialidades para estas (Cuadro N°3)

Cuadro N° 3
RESUMEN DE USOS ACTUALES Y POTENCIALES DE ACACIAS

USOS	<i>Acacia melanoxylon</i>	<i>Acacia dealbata</i>
Taninos de corteza	■	■
Flores	■	■■■■■
Leña	■■	■■■
Pulpa	■■	■■■■■
Tableros	■■	■■■
Madera Aserrada	■■■■	■■
Chapas	■■■■■	■■
Muebles	■■■■■	■■■■■
Postes y polines	■	■■
Usos ambientales	■■■■	■■■■■
Otros	■■■(1)	■■■(2)

Poco adecuada ■. Muy adecuada ■■■■■

(1) Manufacturas de madera. (2) Polen, aceites esenciales, chips

Los usuarios, aprecian que las investigaciones realizadas por INFOR han abarcado diferentes aspectos sobre el cultivo y uso de las especies, y que destaca que el desarrollo de *Acacia dealbata* es comparativamente similar o mejor que el de *Eucalyptus globulus* o *Pinus radiata*, en condiciones similares de sitio. También que las acacias se muestran como una buena opción para la recuperación de suelos degradados. Debido a su rápido crecimiento y corta rotación, entienden igualmente que es necesario realizar las faenas de poda y raleo en forma oportuna para obtener madera de buena calidad.

Ven también que hay buenas posibilidades de emplear las acacias como especie para producción de biomasa, especialmente por su gran cobertura natural en base a su regeneración por semillas y su rápido crecimiento, lo que permitiría establecer poblaciones de biomasa a relativamente bajo costo.

En cuanto a madera aserrada, su color, su veteado y sus propiedades la hacen apta para productos y construcción en madera. En el caso de *Acacia melanoxylon*, aroma australiano, existe una apreciación similar, se reconoce la especie como una buena alternativa para madera aserrada y derivados, considerando sus atributos estructurales y su atractiva apariencia. Esto para usos tales como mueblería, terminaciones y otros usos, tal como sucede en Australia. Resultan de interés para estos efectos mejores calidades de suelo, rotaciones algo más prolongadas y esquemas de manejo intensivos.

Los usuarios visualizan también la necesidad de continuar también con investigaciones con ambas especies, abordando por ejemplo su mejora genética para la obtención de biomasa para diferentes usos, entre ellos la energía, abordando aspectos silvícolas orientados a su uso maderable, como densidad de plantación, raleo, y manejo de regeneración; asociatividad con eucalipto, disponer de semillas de árboles plus para viveros interesados, producción en viveros, entre otros variados temas.

Respecto de los PRODESAL-INDAP, profesionales de distintos municipios valoran la permanente apoyo recibido de INFOR, a través de su participación en distintos Seminarios y cursos de capacitación teóricos y prácticos, los cuales les han permitido conocer antecedentes de silvicultura y manejo de acacias, apreciando el potencial de nuevas especies forestales presentes y utilizadas en muchas comunas de la región. Trabajo que ha sido también bien evaluado por los propietarios o usuarios que estos profesionales atienden en sus respectivas comunas, quienes han manifestado su interés por obtener plantas de acacia, para ser establecidas con fines dendroenergéticos, ya sea para la obtención de leña para autoconsumo o para la generación de negocios asociados a la venta de leña, principal fuente de energía de los sectores rurales y periurbanos, lo cual podría incluir en futuro avanzar en el negocio de las astilla o metros ruma para *chips*.

Estos profesionales señalan que estas especies además son de importancia para la recuperación de suelos no agrícolas que se encuentran en deterioro avanzado, ya sea por falta de cobertura vegetal, por agricultura intensiva, degradación grave del bosque nativo o como forma eficiente de proteger los suelos luego de catástrofes como los incendios forestales, situaciones frecuentes en la mayoría de las comunas de la región, que se traducen en que en la actualidad exista una superficie importante de suelos degradados que debieran ser forestados.

Las experiencias desarrolladas han permitido que los beneficiarios ya tengan una comprensión respecto de que, con ciertos cuidados en las plantaciones, partiendo por la calidad de las semillas, el tipo de planta, y labores adecuadas de podas, pueden obtener buenos fustes, rectos y de diámetros interesantes en periodos de 6 a 8 años. Igualmente entienden que en aquellas comunas donde las masas asilvestradas de acacias son usadas para la producción de leña y carbón, sin técnicas de manejo adecuadas, sino solo cortas a tala rasa, con un adecuado pueden optimizar el crecimiento de los mejores individuos, ordenar el bosque, definir ciclos de cosecha y hacer más eficiente y sustentable el negocio generado a partir de estos recursos.

Tanto los profesionales de los PRODESAL como especialmente sus usuarios, reconocen las propiedades y bondades físicas y mecánicas de la madera de las acacias en base a su experiencia tradicional, situación ratificada por las investigaciones de INFOR, y sus usos potenciales. Sin embargo, se destaca que para realizar este potencial se requieren esfuerzos y condiciones para contar con una superficie mínima de plantaciones con estas especies que permita asegurar un adecuado abastecimiento de materia prima.

El programa realizó donaciones de madera de acacia a mueblistas, artesanos y profesionales de un Liceo Técnico Profesional de la madera, quienes la utilizaron en la fabricación de diversos productos y señalan sus buenas aptitudes, apreciando su uso en la fabricación de muebles, donde se destaca el atractivo del color de su madera, su resistencia y su trabajabilidad, lo que es ratificado por la asociación de industriales de la madera de la región, PYMEMAD Bio Bio.

Está también el caso de los artesanos, que en la zona de Coelemu destacaron su aptitud para la fabricación de cierto tipo de productos, destacando su color, veteado y atractivo para la fabricación de elementos decorativos y muebles. La madera, solo mostro algunas dificultades en el proceso del tallado dado que se desprendían secciones mayores a lo requerido, lo que dificulta el tallado de paisajes o figuras, que requieren un mayor nivel de precisión, pero si destaca para tornear figuras como trompos o cilindros para respaldos de sillas. Donde no se observaron problemas según estos artesanos, es en la construcción de muebles, tales como sillas, mesas de centro u otro mueble que se trabaje con madera dimensionada.



ENTREGA DE MADERA A LICEO DE CORONEL, ALUMNOS TRABAJANDO Y PRIMEROS MUEBLES

Los docentes del Liceo de la Madera de Coronel, a quienes también se les realizó una donación de piezas de madera para que fuera evaluada, señalaron su interés por utilizar la especie *Acacia dealbata* en los procesos de educación técnico profesional de sus alumnos. Ellos cuentan con la asignatura de trabajabilidad de la madera en el plan de estudios de este Liceo, y destacan la posibilidad de dar a conocer a sus alumnos las propiedades de una nueva especie forestal con potencial de uso para la fabricación de muebles. En el proceso realizado por el Liceo se inició la fabricación de muebles, señalando en un principio que la trabajabilidad de la madera, su color, veteado y densidad, la hacen una madera apta y atractiva para la fabricación de muebles. Señalaron al mismo tiempo la necesidad de mantener la madera a un contenido de humedad estable de modo de evitar problemas como el colapso.

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Los varios años de desarrollo de este programa han permitido no solo obtener un variado e importante conocimiento técnico sobre la silvicultura de las especies en estudio, la propiedades físicas y mecánicas de su madera y sus aptitudes de usos, sino también un buen conocimiento y relación con los beneficiarios usuarios de los resultados de estos trabajos, sus inquietudes, necesidades, limitaciones y posibilidades de desarrollo.

Durante el período se ha trabajado en diferentes ámbitos respecto de los públicos objetivos de usuarios y esto ha permitido conocerlos y caracterizarlos según se resume en los puntos siguientes:

Sector Pymes Forestales

- Baja productividad de las plantaciones forestales existentes por uso de material genético sin mejoramiento y prácticas inadecuadas de establecimiento y manejo, falencias que se traducen en un recurso de baja calidad y valor, el cual se obtiene un volumen hasta un 40% inferior a los obtenidos por la empresa forestal. Esto se agrava por la utilización de especies tradicionales en suelos cuyas condiciones los hacen más adecuados para otras especies forestales más adaptadas a ellos.
- Gran diversidad en el tamaño de los predios y marginalidad de los suelos, lo incide directamente en las posibilidades de agregación de valor, condicionando las actividades de manejo futuras.
- Escaso conocimiento y capacitación en pequeños propietarios sobre productos posibles de obtener a la cosecha y su clasificación en aspectos de sanidad, forma y dimensionamiento para obtener la máxima rentabilidad de su bosque.
- Sus suelos siguen erosionándose, siendo improductivos o con baja posibilidad de utilización, debido a las prácticas inadecuadas de utilización y manejo, que reflejan el bajo nivel de conocimiento para enfrentar el manejo del recurso forestal y la protección del suelo y agua.
- La información tecnológica y nuevas opciones productivas generadas por Institutos tecnológicos, universidades o empresas, aunque pueda estar disponible, no llega con la frecuencia necesaria a los propietarios forestales y por ende no hay una adecuada adopción.
- Resulta insuficiente aún la transferencia técnica directa a la pyme forestal, para acompañarlos durante todo el proceso productivo, desde el establecimiento y manejo hasta la cosecha y comercialización.

- Existe una escasa o nula asociatividad entre propietarios, lo que limita compartir conocimientos y experiencias, y obtener algunas ventajas en la obtención de insumos y en la comercialización de sus productos.

Sector Pymes Madereras

- Procesadores de madera que necesitan de nuevas opciones de abastecimiento para sus procesos productivos, dado que en la actualidad dependen solamente de pino radiata.
- Este sector cuenta con un alto número de pequeñas y medianas empresas, y propietarios forestales, que, aunque vinculados al sector, no cuentan con las capacidades técnicas ni económicas para aprovechar eficientemente las ventajas del negocio forestal.
- En la región del Bio Bio parte de este sector está representado en la Asociación Gremial de Pequeños y Medianos Industriales Madereros del Bio Bio, agrupación que intenta consolidar el sector y proyectarlo en el largo plazo, con énfasis en lo social, ecológico, energético y económico., desarrollando su quehacer en un ambiente de calidad y mejora continua.
- Este segmento ha identificado como una de sus primeras necesidades diversificar el abastecimiento, ya sea a través de especies nativas o exóticas distintas a pino radiata, donde las acacias son una alternativa atractiva. Para ello han manifestado la necesidad de conocer la disponibilidad de nuevas opciones del recurso; especies, rendimientos, ubicación, calidad, desarrollo y otros aspectos, y fundamentalmente las propiedades y características tecnológicas de la madera.
- Lo anterior ha originado por que este segmento enfrenta constantes desafíos para la mantención de su competitividad, siendo uno de los aspectos principales el asegurar el abastecimiento de madera de adecuadas características para sus procesos industriales, abordando las áreas de trabajo de construcción en madera, productos de la madera, clasificación estructural mecánica de maderas, sistema de calidad de maderas y capacitación del capital humano, entre otros factores. Ello les permitiría abordar en mejor forma sus actuales procesos productivos e innovar hacia otros productos que el mercado pueda demandar.

Sector de Energía

- Durante el transcurso del programa se incorporó otro segmento de beneficiarios, los que están relacionados con la producción de biomasa para uso en energía. Ello involucra tanto quienes ofrecen biomasa para energía como a los usuarios de ella, pudiendo separarlos en productores de leña para uso residencial y consumidores industrial de biomasa para la generación de energía.
- El consumidor residencial se refiere básicamente al demandante de leña para calefacción domiciliaria o su uso industrial, siendo la leña un producto energético de alta importancia en la región, reconociéndose que existe un sector importante de pequeños y medianos propietarios asociado a su la generación y comercialización de dicho producto, utilizando en muchos casos especies de acacias como materia prima.
- Ello constituyó una nueva línea de trabajo del programa, que permitió ir conociendo a este sector y su estrecha relación con los propietarios forestales, apreciándose que en muchos casos esto representa una de las principales opciones de negocio para estos últimos y que existen problemas de manejo tecnológico y de gestión forestal posibles de mejorar a través de programas específicos para ello. El nivel de comercialización de la

leña y los distintos escenarios en que opera constituyen una nueva oportunidad de mejoramiento de las condiciones de oferta de la biomasa para leña.

- En el caso del consumidor industrial, fue posible identificar que existe un potencial de negocio asociado al abastecimiento de biomasa para su uso en plantas de generación térmica o de cogeneración. Estas plantas existen en la región y se están desarrollando evaluaciones para la instalación de nuevas calderas en el corto plazo. Estas plantas requieren de abastecimiento seguro y constante de biomasa, el cual en la actualidad proviene principalmente de los residuos madereros generados por la industria del aserrío, por lo que nuevas alternativas de diversificación de la oferta de materia prima por parte de propietarios se constituye en una interesante opción de negocio.
- Para que ello se concrete se requiere de iniciativas de apoyo y transferencia de conocimientos, tanto a los productores de biomasa para energía a partir de especies de acacias como a los operadores de las plantas de biomasa para conocer y usar estas especies. Ello incluye también la opción de analizar otras formas de uso de la biomasa para energía a partir de especies de acacias, como lo son la fabricación de pellets o de chips térmico.
- Para los propietarios forestales ello representa una oportunidad en donde en primer lugar deben conocer los mejores esquemas de manejo forestal para generar la biomasa requerida, como también el conocimiento de que especies utilizar según cada sitio y de cómo incrementar el rendimiento en materia seca por hectárea.

Si se espera dar un uso comercial y desarrollar emprendimientos e innovación a partir de esta nuevas especie forestales, los recursos técnicos y económicos debieran estar orientados a fomentar e incentivar la forestación, con el objeto de lograr una superficie plantada que permita ofrecer un volumen de madera que permita su utilización en la actual industria forestal y sustentar futuros proyectos de inversión, así como también avanzar en el encadenamiento productivo entre los productores de materia prima, los procesadores y generadores de productos de madera (aserraderos o plantas de remanufactura) y los fabricantes y demandantes de productos energéticos, como pellets y chips.

Existe consenso sobre que las instituciones del sector público deberán llevar a cabo esta tarea. En este punto, es indispensable incentivar la forestación de pequeños y medianos propietarios y el manejo de bosquetes asilvestrado presentes en gran parte de los predios, a través de instancias de capacitación y transferencia, y de una legislación de fomento al respecto.

Los propietarios que cuentan con bosquetes naturales de acacia, reconocen el potencial de crecimiento de la especie y la calidad de su madera. Sin embargo, esta es en la actualidad principalmente utilizada como materia prima de leña y carbón, sin considerar la amplia gama de productos de mayor valor agregado posibles de obtener con trozas de mayor crecimiento. De la opinión expresada y la evaluación de las especies se concluye, además, que se requiere de canales de apoyo y de comercialización establecidos, así como también la vinculación productiva entre productos y procesadores de la madera. En este sentido, es necesario generar información de mercado, que apoye las iniciativas de establecimiento de plantaciones de acacia, de manera de identificar productos y destinos, incluyendo el análisis de rentabilidad de una potencial cartera de proyectos de inversión y para lo cual se requiere de información precisa acerca de los rendimientos que se puede obtener para cada tipo de producto que las acacias ofrecen.

Los segmentos de pequeños y medianos propietarios manifiestan su interés por diversificar su producción predial a través del uso de nuevas opciones forestales que les permitan obtener diferentes productos y servicios, los cuales son posibles de obtener desde plantaciones de *Acacia dealbata* o *Acacia melanoxylon* en la región. Estos productos y servicios incluyen madera aserrada, celulosa, tableros, molduras, chapas, biomasa para energía, polen a partir de las flores, recuperación de áreas degradadas, entre otras opciones. En este segmento de propietarios,

también se incluyen aquellos que desconocen de los beneficios de las nuevas especies forestales, o bien no cuentan con el apoyo técnico para diversificar su negocio. Este grupo se caracteriza por una amplia segmentación en cuanto a tamaño de propiedad y ubicación territorial, por contar con un alto número de pequeñas y medianas empresas y propietarios forestales que, aunque vinculados al sector, no cuentan con las capacidades técnicas ni económicas para aprovechar eficientemente las ventajas del negocio forestal.

Esto significa para este segmento una evidente y notoria desigualdad de oportunidades entre los distintos actores del sector productivo forestal regional y nacional, considerando que dicho grupo obtiene sus ingresos familiares de las alternativas productivas que implementen en su predio.

En cuanto a la pyme industrial, también es posible encontrar una alta dispersión de tamaño, capacidad productiva y cantidad de productos que ofrecen al mercado. Una condición común para la mayoría de las pequeñas y medianas empresas es que su abastecimiento proviene de terceros, lo que sin duda representa un riesgo para el negocio. Además, es posible destacar que gran parte de los aserraderos y plantas de remanufactura utilizan como única especie el Pino radiata, lo que representa una condición de riesgo al depender de una sola especie para desarrollar su negocio. Es bajo esta condición, que el entregar nuevas opciones productivas en base a la utilización de nuevas especies forestales, les permitiría diversificar su fuente de abastecimiento, optar a nuevos mercados y disminuir los riesgos de dependencia de una sola fuente de materia prima, sobre todo considerando que el escenario actual indica que la disponibilidad de pino radiata para los próximos años se verá restringida como resultado de la falta de forestación después de la expiración del DL N° 701 y de las pérdidas de plantaciones durante los grandes incendios forestales del año 2017. Esta situación representa una oportunidad para que la pyme busque nuevas especies y diversifique su negocio y sus mercados.

En síntesis, las especies del género *Acacia* estudiadas muestran una muy buena adaptación a las condiciones de sitio de diversas zonas de la región, incluyendo áreas en que los sitios tienen distintos grados de marginalidad para las especies tradicionalmente empleadas en la región, como pino radiata y eucaliptos. Esta buena adaptación de las acacias facilita la creación de nuevos recursos forestales mediante plantaciones comerciales de rápido crecimiento en áreas de suelos forestales desprovistos de cubierta arbórea, mayormente pertenecientes a pequeños y medianos propietarios, que es preciso protegerlos e incorporarlos a la producción. Esto trae en el corto plazo un claro beneficio para estos segmentos de propietarios en términos de abastecimiento de materia prima y alternativas productivas, dado que las acacias estudiadas generan madera cuyas propiedades físicas y mecánicas permiten una variedad de usos.

Atendidas, las limitaciones económicas y técnicas de estos segmentos de propietarios el desarrollo indicado requeriría necesariamente de una legislación de fomento para ellos que incentive la forestación y el manejo de las nuevas plantaciones, y de la permanencia de programas de difusión y transferencia tecnológica por parte de organizaciones como INFOR y PRODESAL-INDAP.

REGLAMENTO DE PUBLICACION

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una publicación técnica, científica, arbitrada y seriada, del Instituto Forestal de Chile, en la que se publican trabajos originales e inéditos, con resultados de investigaciones o avances de estas, realizados por sus propios investigadores y por profesionales del sector, del país o del extranjero, que estén interesados en difundir sus experiencias en áreas relativas a las múltiples funciones de los bosques, en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Se acepta también trabajos que han sido presentados en forma resumida en congresos o seminarios. Consta de un volumen por año, el que a partir del año 2007 está compuesto por tres números (abril, agosto y diciembre) y ocasionalmente números especiales.

La publicación cuenta con un Consejo Editor institucional que revisa en primera instancia los trabajos presentados y está facultado para aceptarlos, rechazarlos o solicitar modificaciones a los autores. Dispone además de un selecto grupo de profesionales externos, de diversos países y de variadas especialidades, que conforma el Comité Editor. De acuerdo al tema de cada trabajo, este es enviado por el Editor a al menos dos miembros del Comité Editor para su calificación especializada. El autor o los autores no son informados sobre quienes arbitran su trabajo y los trabajos son enviados a los árbitros sin identificar al o los autores.

La revista consta de dos secciones; Artículos Técnicos y Apuntes, puede incluir además artículos de actualidad sectorial en temas seleccionados por el Consejo Editor o el Editor.

- **Artículos:** Trabajos que contribuyen a ampliar el conocimiento científico o tecnológico, como resultado de investigaciones que han seguido un método científico.
- **Apuntes:** Comentarios o análisis de temas particulares, que presenten enfoques metodológicos novedosos, representen avances de investigación, informen sobre reuniones técnicas o programas de trabajo y otras actividades de interés dentro del sector forestal o de disciplinas relacionadas. Los apuntes pueden ser también notas bibliográficas que informan sobre publicaciones recientes, en el país o en el exterior, comentando su contenido e interés para el sector, en términos de desarrollo científico y tecnológico o como información básica para la planificación y toma de decisiones.

ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

Artículos

Los trabajos presentados para esta sección deberán contener Resumen, *Summary*, Introducción, Objetivos, Material y Método, Resultados, Discusión y Conclusiones, Reconocimientos (optativo) y Referencias. En casos muy justificados Apéndices y Anexos.

Título: El título del trabajo debe ser representativo del efectivo contenido del artículo y debe ser construido con el mínimo de palabras.

Resumen: Breve descripción de los objetivos, de la metodología y de los principales resultados y conclusiones. Su extensión máxima es de una página y al final debe incluir al menos tres palabras clave que faciliten la clasificación bibliográfica del artículo. No debe incluir referencias, cuadros ni figuras. Bajo el título se identificará a los autores y a pie de página su institución y dirección. El **Summary** es evidentemente la versión en inglés del Resumen.

Introducción: Como lo dice el título, este punto está destinado a introducir el tema, describir lo que se quiere resolver o aquello en lo que se necesita avanzar en materia de información, proporcionar antecedentes generales necesarios para el desarrollo o

compresión del trabajo, revisar información bibliográfica y avances previos, situar el trabajo dentro de un programa más amplio si es el caso, y otros aspectos pertinentes. Los Antecedentes Generales y la Revisión de Bibliografía pueden en ciertos casos requerir especial atención y mayor extensión, si así fuese, en forma excepcional puede ser reducida la Introducción a lo esencial e incluir estos puntos separadamente.

Objetivos: Breve enunciado de los fines generales del artículo o de la línea de investigación a que corresponda y definición de los objetivos específicos del artículo en particular.

Material y Método: Descripción clara de la metodología aplicada y, cuando corresponda, de los materiales empleados en las investigaciones o estudios que dan origen al trabajo. Si la metodología no es original se deberá citar claramente la fuente de información. Este punto puede incluir Cuadros y Figuras, siempre y cuando su información no resulte repetida con la entregada en texto.

Resultados: Punto reservado para todos los resultados obtenidos, estadísticamente respaldados cuando corresponda, y asociados directamente a los objetivos específicos antes enunciados. Puede incluir Cuadros y Figuras indispensables para la presentación de los resultados o para facilitar su comprensión, igual requisito deben cumplir los comentarios que aquí se pueda incluir.

Discusión y Conclusiones: Análisis e interpretación de los resultados obtenidos, sus limitaciones y su posible trascendencia. Relación con la bibliografía revisada y citada. Las conclusiones destacan lo más valioso de los resultados y pueden plantear necesidades consecuentes de mayor investigación o estudio o la continuación lógica de la línea de trabajo.

Reconocimientos: Punto optativo, donde el autor si lo considera necesario puede dar los créditos correspondientes a instituciones o personas que han colaborado en el desarrollo del trabajo o en su financiamiento. Obviamente se trata de un punto de muy reducida extensión.

Referencias: Identificación de todas las fuentes citadas en el documento, no debe incluir referencias que no han sido citadas en texto y deben aparecer todas aquellas citadas en éste.

Apéndices y Anexos: Deben ser incluidos solo si son indispensables para la comprensión del trabajo y su incorporación se justifica para reducir el texto. Es preciso recordar que los Apéndices contienen información o trabajo original del autor, en tanto que los Anexos contienen información complementaria que no es de elaboración propia.

Apuntes

Los trabajos presentados para esta sección tienen en principio la misma estructura descrita para los artículos, pero en este caso, según el tema, grado de avance de la investigación o actividad que los motiva, se puede adoptar una estructura más simple, obviando los puntos que resulten innecesarios.

PRESENTACION DE LOS TRABAJOS

La Revista acepta trabajos en español, inglés y portugués, redactados en lenguaje universal, que pueda ser entendido no solo por especialistas, de modo de cumplir su objetivo de transferencia de conocimientos y difusión al sector forestal en general. No se acepta redacción en primera persona.

Formato tamaño carta (21,6 x 27,9 cm), márgenes 2,5 cm en todas direcciones, interlineado sencillo y un espacio libre entre párrafos. Letra Arial 10. Un tab (8 espacios) al inicio de cada párrafo. No numerar páginas. Justificación ambos lados. Extensión máxima trabajos 25 carillas para artículos y 15 para Apuntes. Usar formato abierto, no formatos predefinidos de Word que dificultan la edición.

Primera página incluye título en mayúsculas, negrita, centrado, letra Arial 10, una línea, eventualmente dos como máximo. Dos espacios bajo éste: Autor (es), minúsculas, letra 10 y llamado a pie de página indicando Institución, país y correo electrónico en letra Arial 8. Dos espacios más abajo el Resumen y, si el espacio resulta suficiente, el *Summary*. Si no lo es, página siguiente igual que anterior, el *Summary*.

En el caso de los Apuntes, en su primera página arriba tendrán el título del trabajo en mayúscula, negrita, letra 10 y autor (es), institución, país y correo, letra 10, normal minúsculas, bajo una línea horizontal, justificado a ambos lados, y bajo esto otra línea horizontal. Ej:

EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO MOTOR DE EMPRENDIMIENTO DEL MUNDO RURAL: LA EXPERIENCIA EN CHILE. Víctor Vargas Rojas. Instituto Forestal. Ingeniero Forestal. Mg. Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente. vvargas@infor.cl

Título puntos principales (Resumen, *Summary*, Introducción, Objetivos, etc) en mayúsculas, negrita, letra 10, margen izquierdo. Solo para Introducción usar página nueva, resto puntos principales seguidos, separando con dos espacios antes y uno después de cada uno. Títulos secundarios en negrita, minúsculas, margen izquierdo. Títulos de tercer orden minúsculas margen izquierdo.

Si fuesen necesarios títulos de cuarto orden, usar minúsculas, un tab (7 espacios) y anteponer un guion y un espacio. Entre sub títulos y párrafos precedente y siguiente un espacio libre. En sub títulos con más de una palabra usar primera letra de palabras principales en mayúscula. No numerar puntos principales ni sub títulos.

Nombres de especies vegetales o animales: Vulgar o vernáculo en minúsculas toda la palabra, seguido de nombre en latín o científico entre paréntesis la primera vez que es mencionada la especie en el texto, en cursiva (no negrita), minúsculas y primera letra del género en mayúsculas. Ej. pino o pino radiata (*Pinus radiata*).

Citas de referencias bibliográficas: Sistema Autor, año. Ejemplo en citas en texto; De acuerdo a Rodríguez (1995) el comportamiento de..., o el comportamiento de... (Rodríguez, 1995). Si son dos autores; De acuerdo a Prado y Barros (1990) el comportamiento de ..., o el comportamiento de ... (Prado y Barros, 1990). Si son más de dos autores; De acuerdo a Mendoza *et al.* (1990), o el comportamiento ... (Mendoza *et al.*, 1990).

En el punto Referencias deben aparecer en orden alfabético por la inicial del apellido del primer autor, letra 8, todas las referencias citadas en texto y solo estas. En este punto la identificación de la referencia debe ser completa: Autor (es), año. En negrita, minúsculas, primeras letras de palabras en mayúsculas y todos los autores en el orden que aparecen en la publicación, aquí no se usa *et al.* A continuación, en minúscula y letra 8, primeras letras de palabras principales en mayúscula, título completo y exacto de la publicación, incluyendo institución, editorial y otras informaciones cuando corresponda. Margen izquierdo con justificación ambos lados. Ejemplo:

En texto: señalaron que... (Yudelevich *et al.*, 1967) o Yudelevich *et al.* (1967) señalaron ...

En referencias:

Yudelevich, Moisés; Brown, Charles y Elgueta, Hernán, 1967. Clasificación Preliminar del Bosque Nativo de Chile. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 27. Santiago, Chile.

Expresiones en Latin, como *et al.*; *a priori* y otras, así como palabras en otros idiomas como *stock*, *marketing*, *cluster*, *stakeholders*, *commodity* y otras, que son de frecuente uso, deben ser escritas en letra cursiva.

Cuadros y Figuras: Numeración correlativa: No deben repetir información dada en texto. Solo se aceptan cuadros y figuras, no así tablas, gráficos, fotos u otras denominaciones. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro N° 1). Gráficos, fotos y similares serán presentadas como figuras y al ser mencionadas en texto (Figura N° 1). En ambos casos aparecerán enmarcados en línea simple y centrados en la página. En lo posible su contenido escrito, si lo hay, debe ser equivalente a la letra Arial 10 u 8 y el tamaño del cuadro o figura proporcionado al tamaño de la página.

Cuadros deben ser titulados como Cuadro N° , minúsculas, letra 8, negrita centrado en la parte superior de estos, debajo en mayúsculas, negritas letra 8 y centrado el título (una línea en lo posible). Las figuras en tanto serán tituladas como Figura N° , minúscula, letra 8, negrita, centrado, en la parte inferior de estas, y debajo en mayúsculas, letra 8, negrita, centrado, el título (una línea en lo posible). Si la diagramación y espacios lo requieren es posible recurrir a letra Arial *narrow*. Cuando la información proporcionada por estos medios no es original, bajo el marco debe aparecer entre paréntesis y letra 8 la fuente o cita que aparecerá también en referencias. Si hay símbolos u otros elementos que requieren explicación, se puede proceder de igual forma que con la fuente.

Se aceptan fotos en blanco y negro y en colores, siempre que reúnan las características de calidad y resolución que permitan su uso.

Abreviaturas, magnitudes y unidades deben estar atenuadas a la Real Academia Española (RAE) y el Sistema Internacional de Unidades (SI). Se empleará en todo caso el sistema métrico decimal. Al respecto es conveniente recordar que las unidades se abrevian en minúsculas, sin punto, con la excepción de litro (L) y de aquellas que provienen de apellidos de personas como Watts (W), Newton (N) y otras. Algunas unidades de uso muy frecuente: metro, que debe ser abreviado **m**, metro cúbico **m³**, metro ruma **mr**; o hectáreas **ha**, toneladas **t**, metros cúbicos por hectárea **m³/ha**.

Llamados a pie de página: Cuando estos son necesarios, serán numerados en forma correlativa y deben aparecer al pie en letra 8. No usar este recurso para citas bibliográficas, que deben aparecer como se indica en Referencias.

Archivos protegidos; "sólo lectura" o PDF serán rechazados de inmediato porque no es posible editarlos. La Revista se reserva el derecho de efectuar todas las modificaciones de carácter formal que el Comité Editor o el Editor estimen necesarias o convenientes, sin consulta al autor. Modificaciones en el contenido evidentemente son consultadas por el Editor al autor, si no hay acuerdo se recurre nuevamente al Consejo Editor o a los miembros del Comité Editor que han participado en el arbitraje o calificación del trabajo.

ENVIO DE TRABAJOS

Procedimiento electrónico. En general bastará enviar archivo Word, abierto al Editor (sbarros@infor.gob.cl). El autor deberá indicar si propone el trabajo para Artículo o Apunte y asegurarse de recibir confirmación de la recepción conforme del trabajo por parte del Editor.

Cuadros y figuras ubicadas en su lugar en el texto, no en forma separada. El Editor podrá en algunos casos solicitar al autor algún material complementario en lo referente a cuadros y figuras (archivos Excel, imágenes, figuras, fotos, por ejemplo).

Respecto del peso de los archivos, tener presente que hasta 5 Mb es un límite razonable para los adjuntos por correo electrónico. No olvidar que las imágenes son pesadas, por lo que siempre al ser pegadas en texto Word es conveniente recurrir al pegado de imágenes como JPEG o de planillas Excel como RTF.

En un plazo de 30 días desde la recepción de un trabajo el Editor informará al autor principal sobre su aceptación (o rechazo) en primera instancia e indicará (condicionado al arbitraje del Comité Editor) el Volumen y Número en que el trabajo sería incluido. Posteriormente enviará a Comité Editor y en un plazo no mayor a 3 meses estará sancionada la situación del trabajo propuesto. Si se mantiene la información dada por el Editor originalmente y no hay observaciones de fondo por parte del Comité Editor, el trabajo es aceptado como fue propuesto (Artículo o Apunte), editado y pasa a publicación cuando y como se informó al inicio. Si no es así, el autor principal será informado sobre cualquier objeción, observación o variación, en un plazo total no superior a 4 meses.

CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL

ARTICULOS	PÁGINAS
EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN DE ALAMOS EN DOS ZONAS AGROCLIMATICAS DE LA REGION DE AYSÉN. Riquelme, Francisca; Salinas, Jaime; Gutiérrez, Braulio y Pinilla, Juan Carlos. Chile.	7
EVALUACION INICIAL DE SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE DOS ENSAYOS DE PROGENIES DE INDIVIDUOS SELECTOS DE <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. Y <i>E. nitens</i> H. Deane & Maiden. Gutiérrez, Braulio. Chile.	23
CRECIMIENTO DE RENOVALES DE LENGUA (<i>Nothofagus pumilio</i> (Poepp. & Endl.) Krasser) EN EL SUR AUSTRAL DE CHILE. Salinas, Jaime; Riquelme, Francisca; Acuña, Bernardo y Uribe, Alicia. Chile.	35
ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y LA REGENERACIÓN EN RESPUESTA A TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS EN BOSQUE NATIVO: ALTERNATIVAS PRODUCTIVAS MÁS SUSTENTABLES ASOCIADAS A LINGUE (<i>Persea lingue</i> (R. et P.) Nees ex Kopp. Pinilla, Juan Carlos; Luengo, Karina; Navarrete, Mauricio y Larraín, Oscar. Chile.	67
APUNTES	
MÉTODOS FITOECOLÓGICOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE ECOSISTEMAS DE REFERENCIA. Urrutia-Estrada, Jonathan y Fuentes-Ramírez, Andrés. Chile.	81
PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD FORESTAL DIFUSIÓN Y TRANSFERENCIA EN TORNO A ESPECIES FORESTALES ALTERNATIVAS PRINCIPALES RESULTADOS. Pinilla, Juan Carlos; Luengo, Karina; Navarrete, Mauricio; Hernández, Gonzalo; Elgueta, Patricio; Campos, L. y Navarrete, Felipe. Chile.	93
REGLAMENTO DE PUBLICACIÓN	113

