

Volumen 26 N° 2
Agosto 2020

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

CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL



**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**



VOLUMEN 26 N° 2

**CIENCIA E
INVESTIGACION
FORESTAL**

Agosto 2020

**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**

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

Director	Fernando Raga	INFOR	Chile
Editor	Santiago Barros	INFOR - IUFRO	Chile
Consejo Editor	Santiago Barros	INFOR - IUFRO	Chile
	Braulio Gutiérrez	INFOR	Chile
	Juan Carlos Pinilla	INFOR - IUFRO	Chile
	Marlene González	INFOR - IUFRO	Chile
Comité Editor	Mónica Gabay	MAYDS - IUFRO	Argentina
	Leonardo Gallo	INTA	Argentina
	José Bava	CIEFAP	Argentina
	Heinrich Schmutzenhofer		Austria
	Marcos Drumond	EMBRAPA	Brasil
	Sebastiao Machado	UFPR	Brasil
	Sergio Donoso	UCH	Chile
	José Antonio Prado	CONAF	Chile
	Glenn Galloway	CATIE	Costa Rica
	Carla Cárdenas	MA - IUFRO	Ecuador
	Isabel Cañelas	INIA - IUFRO	España
	Ignacio Díaz Maroto	USC	España
	Markku Kanninen	CIFOR	Indonesia
	Concepción Luján	UACH	México
	Oscar Aguirre	UANL	México
	Margarida Tomé	UTL - IUFRO	Portugal
Zohra Bennadji	INIA - IUFRO	Uruguay	
Florencia Montagnini	UYALE - IUFRO	USA	
John Parrotta	USDAFS - IUFRO	USA	
Oswaldo Encinas	ULA - IUFRO	Venezuela	

Dirección Instituto Forestal
 Sucre 2397 - Casilla 3085. Santiago. Chile
 Fono 56 223667115
 E-Mail sbarros@infor.cl
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, estas no reflejan necesariamente la posición de INFOR en las distintas materias.

Se autoriza la reproducción parcial del contenido de esta publicación siempre que se cite como fuente Ciencia e Investigación Forestal, INFOR, Chile

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE *Fitzroya cupressoides* EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE. DESAFÍOS PARA SU CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

Bannister, Jan R.¹; Urrutia-Jalabert, Rocío²;
Travieso, Germán¹ y Galindo, Nicole¹

RESUMEN

Los alerzales de la región de Los Lagos han sufrido una larga historia de más de cuatro siglos de explotación indiscriminada. Actualmente estos bosques cubren solo un 42,9% de su superficie original, y su especie dominante, el alerce, está actualmente clasificada como en peligro de extinción.

En el presente estudio, en base a coberturas regionales de información geográfica del Catastro de Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF), se caracteriza la situación actual de los alerzales de la región de Los Lagos, se describe la matriz que los circunda, y se discute sobre los principales desafíos para su conservación y restauración.

Los resultados indican que del total de los alerzales ubicados en la región de Los Lagos (208.251 ha), 81,2 % (169.112 ha) se encuentran en la cordillera de los Andes, 12,6% (26.189 ha) en la cordillera del Sarao, 6% (12.567 ha) en la cordillera de la Costa de Chiloé y 0,2% (384,2 ha) en la depresión intermedia.

Los alerzales de todos los sectores presentan un alto grado de fragmentación, con una baja proporción del paisaje cubierta por estos, bajos índices de diversidad y cohesión de parches, y altos índices de división del paisaje.

En este escenario, resaltan los alerzales de la cordillera de la costa de Osorno y Llanquihue (Sarao) como los más fragmentados con 1,5 parches cada 100 ha, la menor superficie promedio de parche (66,4 ha), y un 67,9% de su superficie en estado de renoval, lo que indica que además de estar severamente fragmentados, estos bosques denotan un alto grado de alteración. Además, en este sector no existen áreas protegidas del Servicio Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE), por lo que no hay protección alguna para la especie.

Caso aparte, lo representan los pequeños y escasos ocho fragmentos de alerce que aún existen en la depresión intermedia (0,84 a 260,9 ha), los cuales están enfrentados a una gran presión antrópica (66,1% de la matriz circundante son praderas y matorrales), y por esto, están en peligro crítico de desaparecer.

En este contexto, urge aumentar la protección de los alerzales de la región de Los Lagos, especialmente de aquellos ubicados en la depresión intermedia y la Cordillera de la Costa de las provincias de Osorno y Llanquihue. Además, se debe fomentar la ejecución de iniciativas de

¹ Investigador, Instituto Forestal, Oficina Chiloé, Chile. jbannister@infor.cl

² Investigadora Instituto Forestal, Sede Los Ríos, Chile
Instituto de Conservación, Biodiversidad y Territorio, Facultad de Ciencia Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile.
Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, CR2, Santiago, Chile.

restauración de alerzales a nivel regional, tratando de aumentar el tamaño de los fragmentos, mejorando la conectividad entre estos y aumentando la viabilidad de que sean habitados por alerce.

Por último, en las próximas décadas la región de los Lagos sufrirá grandes cambios en su clima, por lo cual se requiere mayor investigación para analizar el efecto de estos cambios en los alerzales y así poder planificar una estrategia de conservación y restauración de largo plazo que asegure la sobrevivencia de la especie.

Palabras clave: Bosques adultos, estructura de bosques, fragmentación, coníferas longevas, Chile

SUMMARY

The *Fitzroya cupressoides* dominated forests (alerzales) of Los Lagos region have suffered a long history of more than four centuries of indiscriminate exploitation. Currently these forests only cover 42.9% of their original area, and their dominant species, alerce, is at present classified as endangered. In this study, the current situation of the alerzales in Los Lagos region is characterized, the surrounding matrix of these forests is described, and the main challenges for their conservation and restoration are discussed. For this, in this work the regional geographic information coverage based on the Chilean Vegetation Resources Cadastre (CONAF) is used.

The results indicate that from the 208,251 ha of alerzales in Los Lagos region, 81.2% (169,112 ha) are in the Andes Mountains, 12.6% (26,189 ha) in Sarao, 6% (12,567 ha) in Chiloé and 0.2% (384.2 ha) in the central depression. Alerzales of all sectors present a high degree of fragmentation, with a low proportion of the landscape covered by them, low indices of patch diversity and patch cohesion, and high indices of landscape division. In this scenario, the alerzales of the coastal range of Osorno and Llanquihue (Sarao) stand out as the most fragmented with 1.5 patches per 100 ha, the smallest average patch area (66.4 ha), and 67.9% of their area as second growth forests, which indicates that they are not only severely fragmented, but also present high degradation. Furthermore, there are no public protected areas in this zone, so there is no protection at all for the species. A case apart, are the small and scarce eight alerce fragments that still exist in the central depression (0.84 to 260.9 ha), which are facing a great anthropogenic pressure (66.1% of the surrounding matrix are grasslands and shrubs), and because of this, they are in critical danger of disappearing.

In this context, it is urgent to increase the protection of alerzales in Los Lagos region, especially those alerzales located in the central depression and the coastal cordillera of the Osorno and Llanquihue provinces. In addition, the implementation of restoration initiatives in these forests should be encouraged at the regional level, trying to increase the size of the fragments, improving the connectivity between them and increasing the viability of them of being inhabited by alerce. Finally, Los Lagos region will undergo major changes in its climate in the coming decades, so more research is required to analyze the effect of these changes on alerce forests and thus be able to plan a regional-scale and long-term conservation and restoration strategy for these forests.

Keywords: Chile, forest structure, fragmentation, long-lived conifers, old-growth forests

INTRODUCCIÓN

Una de las especies más impresionantes e icónicas del hemisferio sur debido a su importancia científica y cultural es *Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M.Johnst. comúnmente llamado alerce (Wolodarsky-Franke y Lara, 2005). Esta conífera forma parte de los bosques templados lluviosos del sur de Sudamérica, es una de las especies más longevas del mundo y forma bosques densos, pudiendo llegar a vivir más de 3.600 años (Lara y Villalba, 1993; Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015a). Esta especie endémica del sur de Chile y Argentina tiene una distribución disyunta entre los 39° 50' y los 42° 30' S en la cordillera de la Costa, depresión intermedia y en la cordillera de los Andes de Chile y áreas adyacentes de Argentina (Donoso, 1993). A pesar de la distribución acotada de estos bosques, su importancia ha sido relevada a nivel internacional principalmente por dos aspectos: su gran longevidad y su capacidad de almacenar grandes cantidades de carbono (Lara y Villalba, 1993; Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015a).

Debido a su longevidad, alerce tiene una importancia científica trascendental como archivo ambiental, permitiendo registrar las condiciones climáticas de siglos, e incluso milenios. Es así como a través de sus anillos de crecimiento se pudo reconstruir la temperatura máxima del sur de Sudamérica para los últimos 5.680 años, la reconstrucción climática más larga del hemisferio sur (Lara *et al.*, 2020). Por otra parte, si bien los bosques de alerce están dentro de los bosques lluviosos de más baja productividad en el mundo por su lento crecimiento, estos son capaces de acumular grandes cantidades de carbono, encontrándose entre los bosques más masivos en biomasa del planeta (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015a). Es así como estos bosques antiguos pueden actuar como sumideros de carbono en el largo plazo, debido a sus bajas tasas de mortalidad y a la durabilidad extraordinaria de su madera, la que puede permanecer en el bosque por milenios (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015a). En cuanto al crecimiento anual en diámetro de la especie, este es bastante bajo, con incrementos que fluctúan entre 0,6 y 6 mm, dependiendo de la edad y las condiciones de sitio (Lara *et al.*, 2003).

Debido a la belleza y durabilidad de su madera, alerce ha sufrido una larga historia de más de cuatro siglos de explotación (Wolodarsky-Franke y Lara, 2005). Su aprovechamiento indiscriminado llevó a que actualmente estos bosques cubran solo un 42,9% de su superficie original hacia 1550 (Lara *et al.*, 1999; Wolodarsky-Franke y Lara, 2003) y que estén actualmente clasificados como en peligro de extinción (UICN, 2020). Medidas de protección de la especie incluyen su incorporación el año 1973 al Apéndice I de la Convención CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), prohibiéndose su comercio internacional, y a partir del año 1976 su declaración como Monumento Natural, lo cual prohíbe su corta en Chile (Wolodarsky y Lara, 2003). Actualmente, los bosques del tipo forestal alerce cubren una superficie de 216.130 ha a nivel nacional (CONAF, 2020), con estimaciones al año 2007 que ascienden a un volumen total de 25,7 millones de m³ de alerce vivo, 2,9 millones de m³ de alerce muerto en pie y 5,9 millones de m³ de residuos de alerce en el suelo (Bahamondez, 2007).

Dentro de la distribución de alerce, una situación crítica de conservación la constituyen los bosques que crecen en la depresión intermedia, donde solo quedan escasos parches de pequeña superficie (Lara *et al.*, 2008). Estos bosques se encuentran por tanto altamente fragmentados y amenazados por pastoreo, falta de regeneración, incendios y la expansión urbana desmedida, especialmente durante los últimos años (Fraver *et al.*, 1999; Silla *et al.*, 2002; Urrutia-Jalabert *et al.*, 2018a). Pese a su actual protección en Chile, aún ocurren cortas ilegales de alerce, especialmente en la cordillera de la Costa, y es altamente amenazado por incendios que son causados casi exclusivamente por el ser humano (Wolodarsky-Franke y Lara, 2005; CONAF, 2020). Los incendios ocurridos durante la colonización europea en el siglo XIX son los que mayormente explican su casi desaparición de la depresión intermedia entre Puerto Varas y Puerto

Montt (Veblen *et al.*, 1976). No obstante, incendios ocurridos durante el verano seco y caluroso de 1997-1998 destruyeron más de 9.400 ha de estos bosques en el sector de Fresia en la Cordillera de la Costa (Lara *et al.*, 2003). Dadas las condiciones más secas y calurosas asociadas al cambio climático en el centro-sur de Chile, es esperable que los incendios se hagan más recurrentes y que afecten una mayor superficie (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2018b), lo cual constituye una gran amenaza para los bosques de la especie. Por último, si bien hasta el momento se ha encontrado que alerce puede ser relativamente resistente a las condiciones climáticas proyectadas para la zona (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2018a; Urrutia-Jalabert *et al.*, 2020), existen variaciones dentro de la especie, por lo que condiciones más secas y calurosas pueden significar un riesgo para su supervivencia en algunos sitios (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015b, Urrutia-Jalabert *et al.*, 2018a).

Pese a la importancia de estos bosques, existen escasos trabajos publicados en que se muestren experiencias de restauración con la especie. Una de las experiencias mejor estudiadas, es el ensayo establecido en 1998 con fines de conservación genética en la depresión intermedia en las cercanías de Puerto Montt (Fundo Chaqueihua) (Lara *et al.*, 2008). Este ensayo constituye la primera experiencia de restauración ecológica con la especie en el país y en él se evaluó la supervivencia y crecimiento de alerce bajo distintas condiciones de sitio, además de la inducción de conos para la producción de semillas (Lara *et al.*, 2008). Los resultados de este estudio constituyen información valiosa para la selección de sitios y aplicación de tratamientos, encontrándose un porcentaje superior al 75% de supervivencia al cabo de cinco años, al utilizarse plantas de semilla sin fertilización.

OBJETIVOS

Dentro del contexto que el 96,3% de los bosques de alerce se concentran en la región de Los Lagos (Bahamondez, 2007; CONAF 2020), el presente estudio tiene por objetivo:

- a) Caracterizar la situación actual de los alerzales en la región de Los Lagos, en términos de estructura, composición y métricas de fragmentación.
- b) Describir la matriz circundante a los alerzales de la región de Los Lagos, en términos de uso del suelo y estructura de bosques.
- c) Discutir los principales desafíos para la conservación y restauración de estos bosques, bajo el contexto del cambio climático y presiones antrópicas crecientes en la región. Esta información será de gran importancia para planificar en el mediano plazo una estrategia para la conservación y restauración de estos bosques en la región de Los Lagos.

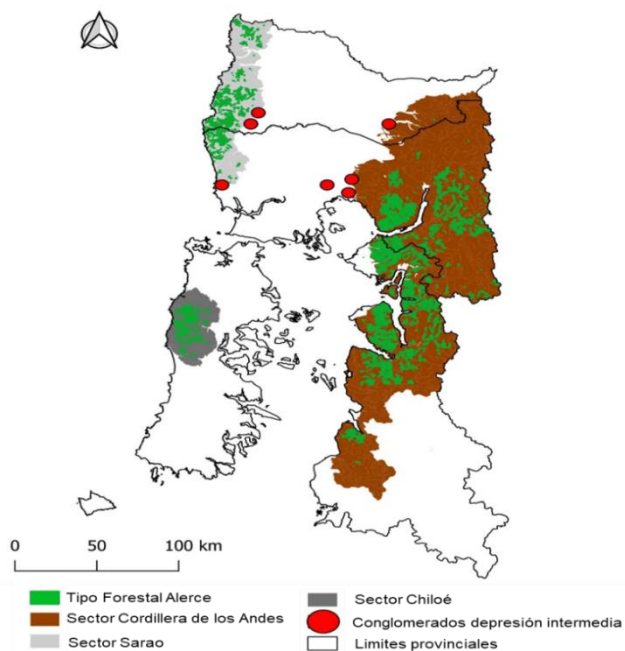
MATERIAL Y MÉTODO

Área de Estudio

El área de estudio comprende los límites administrativos de la región de Los Lagos en el sur de Chile. La región comprende una superficie total de 4.840.836 ha, de las cuales el 58,4 % está conformado por bosque nativo (CONAF, 2020). Esta región se encuentra dentro de las regiones biogeográficas templadas norte y sur de Chile, incluyendo flora de ambas regiones (Bannister *et al.*, 2012). El clima regional es templado oceánico con influencia mediterránea en la zona norte (Di Castri y Hajek, 1976). La fisiografía de la región está caracterizada por la cordillera de los Andes al este, la cordillera de la Costa al oeste, la depresión intermedia en su parte norte y los archipiélagos al sur. Debido a sus características topográficas, la región presenta un amplio

gradiente de sitios, siendo la cordillera de los Andes la formación geológica más elevada con un máximo de 3.228 m, seguido de las cordilleras de la Costa continental y de Chiloé, con 1.106 y 840 m, respectivamente.

Para abarcar de buena forma la gran diversidad de sitios en que crecen los alerzales en la región, se definieron cuatro sectores de estudio delimitados por sus características geológicas y edafoclimáticas (Figura N° 1): Sarao (cordillera de la Costa continental), Chiloé (cordillera de la Costa en el archipiélago de Chiloé), depresión intermedia, y cordillera de los Andes. Debido a su distribución discreta, el sector depresión intermedia está compuesto por solo ocho conglomerados. Cada uno de estos sectores presenta un amplio gradiente altitudinal (Figura N° 2).



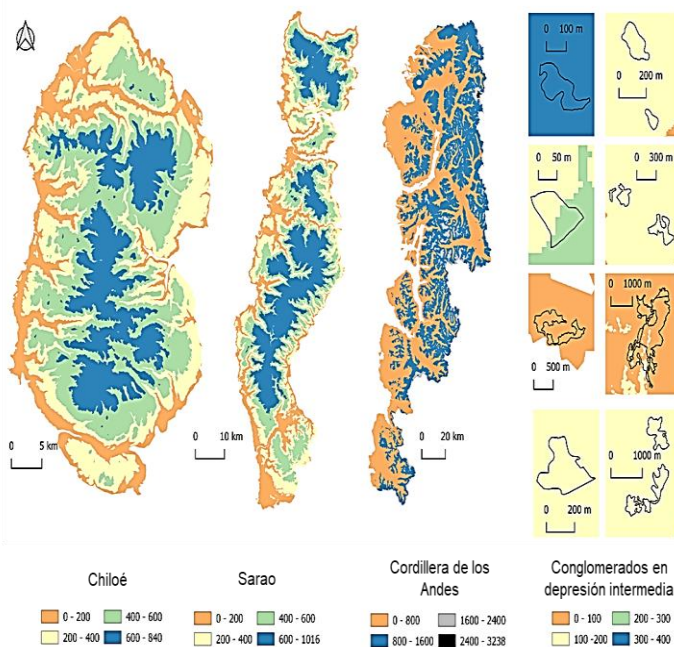
Líneas negras representan límites administrativos regionales y provinciales. En el caso de la depresión Intermedia se observan solo siete conglomerados ya que dos de ellos se encuentran a 1 km de distancia.

Figura N° 1
DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES DEL TIPO FORESTAL ALERCE
Y SECTORES DE ESTUDIO EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

Cada sector incluye todos los bosques de alerce según el Catastro de Recursos Vegetacionales de Chile actualizado al año 2013 para la región de Los Lagos (CONAF, 2020). Sin embargo, para realizar análisis a escala de paisaje, hubo que delimitar detalladamente cada uno de los sectores. Para esto se definieron los límites de los sectores a través de dos criterios, uno geológico basándose en la distribución de la composición de las rocas basales de acuerdo al

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN, 2003), y el otro de existencias de acuerdo al Catastro de Recursos Vegetacionales de Chile actualizado al año 2013 (CONAF, 2020).

En primer lugar, según el criterio geológico, se consideró para la cordillera de la Costa, tanto en Chiloé como Sarao, principalmente rocas metamórficas. Para la cordillera de los Andes se consideró principalmente rocas intrusivas y secuencias volcánicas, con una mínima parte también compuesta por rocas metamórficas, y para la depresión intermedia se consideraron principalmente secuencias sedimentarias (SERNAGEOMIN, 2003). Usando este criterio se pudo hacer una predefinición de los límites de cada sector de estudio. En segundo lugar, se generaron cuencas hidrográficas para cada sector de estudio predefinido a través del software SAGA GIS 2.3.2, con el modelo de elevación digital ALOS PALSAR DEM de 12,5 m de resolución espacial, generado por el satélite ALOS de la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial (JAXA).



Distintos colores representan distintos rangos altitudinales en cada sector de estudio (msnm)

Figura N° 2
RANGOS ALTITUDINALES PARA LOS CUATRO SECTORES DE ESTUDIO

De esta forma, se seleccionaron en cada sector con el criterio geológico aquellas cuencas hidrográficas con cobertura de bosques de alerce, de tal manera que los límites quedarán finalmente definidos por el límite exterior de las cuencas hidrográficas que se ubicaban en los sectores de estudio. En el caso de la cordillera de Los Andes, esta no contaba con una continuidad

de cuencas con presencia de alerce a lo largo de todo su territorio, por eso excepcionalmente, para evitar mayores subdivisiones, se seleccionaron algunas cuencas sin coberturas de bosques de alerce para conectar el territorio con la siguiente cuenca con existencias de alerce, y así lograr tener un solo sector. Finalmente, para el caso de la depresión intermedia, fueron analizados los bosques de alerce a nivel de conglomerado. Se entiende en este estudio por conglomerado a aquel conjunto de bosques compuestos por uno o más parches de alerce distanciados a no más de 1 km.

Es importante mencionar que, en el caso de la cordillera de la Costa de Chiloé, se eliminaron todos aquellos polígonos definidos como bosques de alerce localizados fuera de la cordillera de Piuchué, debido a que aquellos bosques no corresponden a alerzales, sino a otro tipo de bosques como cipresales (conocimiento práctico de los autores). Para describir la pendiente topográfica en los bosques de alerce, se utilizó el mismo modelo de elevación digital y su interpretación está sujeta a los criterios de CIREN en documento de pautas para estudio de suelos. Para analizar la superficie y distribución de los bosques de alerce se utilizó la cobertura SIG del Catastro de Recursos Vegetacionales de Chile de CONAF, actualizado al año 2013 (CONAF, 2020).

Caracterización de la Estructura, Composición y Distribución de los Bosques de Alerce

Se consideró como bosques de alerce aquellos polígonos con cobertura del tipo forestal alerce, que según el reglamento técnico del Decreto de Ley 701, se define como aquella agrupación arbórea o arbustiva en que existe a lo menos un individuo de esta especie por hectárea. Para caracterizar la estructura y composición de los bosques de alerce, se utilizaron cuatro variables presentes en la tabla de atributos del catastro: cobertura, altura, estructura y composición (Cuadro N° 1). Usando la variable composición se calculó la frecuencia relativa de especies arbóreas y arbustivas en todos los polígonos con presencia de alerce.

**Cuadro N° 1
VARIABLES DEL CATASTRO UTILIZADAS PARA CARACTERIZAR LOS BOSQUES DE ALERCE**

Variable	Categorías
Cobertura (%)	Denso (> 75) Semidenso (50 - 75) Abierto (25 - 50)
Altura (m)	2 - 4 4 - 8 8 - 12 12 - 20 20 - 32 > 32
Estructura	Bosque adulto Bosque adulto-renoval Bosque renoval Bosque achaparrado
Composición	Se incluyen las 6 especies más abundantes o dominantes por polígono (Ranking de 1 a 6)

La frecuencia relativa de cada especie se estimó calculando el número de polígonos con presencia de cada especie dominante respecto al total de polígonos para cada sector de estudio, existiendo 1.016 polígonos en la cordillera de Los Andes, 1.067 polígonos en Sarao, 297 polígonos en Chiloé y 29 polígonos en la depresión intermedia.

Para este cálculo, no se hizo distinción entre dominancia de especies (rankings 1 a 6 de composición) (Cuadro N° 1). Además, para analizar la similitud florística entre sectores de estudio se realizó un análisis de clúster usando la presencia de especies arbóreas en cada sector.

El análisis de clúster se basó en el índice de Jaccard y el algoritmo UPGMA (unweighted pair-group average) con soporte estadístico bootstrap con 1000 iteraciones para los diferentes nodos (Bannister et al., 2012; Bannister y Donoso, 2013).

UPGMA es un algoritmo aglomerativo consistente, en donde disimilitudes entre grupos son calculadas como el promedio de todos los pares posibles de miembros de cada grupo (Kreft y Jetz, 2010).

Este enfoque podría estar influenciado por diferentes esfuerzos de muestreo, acceso en los sectores de estudio y las limitaciones del catastro de CONAF, pero debido a que se usaron solamente especies arbóreas para el análisis no debería haber cambios en la tendencia.

Indicadores de Fragmentación de Bosques de Alerce

Para caracterizar la fragmentación de los bosques de alerce en cada uno de los sectores de estudio, se seleccionaron seis índices de parche, seis índices de paisaje y dos índices de diversidad (Cuadro N° 2).

Para el cálculo de indicadores de fragmentación en cada uno de los sectores de estudio, se realizó una rasterización del formato gráfico vectorial de los datos espaciales.

La rasterización se realizó a través del software GRASS GIS 7.8.2 utilizando vectores de información binaria, esto es; "bosques de alerce" (valor 1) y "otros usos" (valor 2), para así poder crear *rasters* de salida con solo dos tipos de información, eliminando de esta manera el factor "polígono" que compone los usos de suelo según CONAF (2020).

Esto fue realizado utilizando una resolución para cada píxel de 20 x 20 m. Los polígonos pertenecientes a la depresión intermedia estaban constituidos por ocho conglomerados discretos y aislados, por este motivo no se les aplicó análisis de fragmentación.

De esta forma, se realizaron estos análisis solo para los sectores de estudio cordillera de los Andes, Chiloé y Sarao.

Las métricas de fragmentación de bosques fueron calculadas a través el software QGIS Madeira 3.4.15 con el plugin LecoS, diseñado por Jung (2013) para la automatización de análisis relacionados a la ecología del paisaje, basándose en las herramientas desarrolladas por el proyecto *opensource* FRAGSTATS, y que admite solo archivos *raster* como *input*.

Cuadro N° 2
LISTA DE MÉTRICAS DE TIPO PARCHE, PAISAJE Y DIVERSIDAD CALCULADO A TRAVÉS DE LECOS

Métrica	Tipo	Descripción Acotada
Paisaje cubierto por alerce (ha)	Paisaje	Superficie cubierta por alerce
Proporción de paisaje (%)	Paisaje	Proporción de paisaje cubierto por alerce respecto a la superficie del sector de estudio.
Número de parches (n)	Parche	Número total de fragmentos con presencia de alerce por sector
Superficie parche más grande (ha)	Parche	-
Superficie parche más pequeño (ha)	Parche	-
Superficie media de parche (ha)	Parche	Media aritmética de los fragmentos con presencia de alerce
Densidad de parche (n/100ha)	Paisaje	Número de fragmentos de alerce / superficie total del sector por 100 ha
Longitud de borde (m)	Parche	Perímetro total de los fragmentos con presencia de alerce
Densidad de borde (m/ha)	Parche	Perímetro total de los fragmentos con presencia de alerce / superficie total
Índice del parche más grande	Paisaje	Importancia del parche más grande (%). Cuando se acerca a 0 el parche más grande es cada vez más pequeño. 100%: cuando todo el paisaje consiste en un solo parche
Índice de cohesión de parches	Paisaje	Se aproxima a 0 a medida que la proporción del paisaje compuesto por bosques de alerce disminuye y se vuelve cada vez más subdividido y menos conectado físicamente. El valor aumenta a medida que aumenta esta proporción.
Índice de división de paisaje	Paisaje	Probabilidad de que dos lugares elegidos al azar dentro del paisaje bajo estudio no estén situados en el mismo fragmento de hábitat contiguo. Por lo tanto, conforme el hábitat se vuelve cada vez más subdividido en parches pequeños, la probabilidad aumenta (cercano a 100%)
Índice de Shannon	Diversidad	Diversidad de tamaño de parches. Valores < 2, baja diversidad; valores > 3, alta diversidad. Sensible a riqueza.
Índice de Simpson	Diversidad	Diversidad de tamaño de parches. Valores entre 0 y 1. Cercano a 0, alta diversidad, cercano a 1 baja diversidad. Sensible a equidad.

Las variables no explicadas son de común entendimiento

Caracterización del Paisaje Circundante a los Bosques de Alerce

Para caracterizar el paisaje o matriz circundante a los bosques de alerce en cada sector de estudio y poder asignar un uso y subuso de suelo al perímetro de cada polígono, se generó para cada sector un área *buffer* de 5 m de ancho en el contorno de todos los polígonos definidos como bosques de alerce. La superficie de uso y subuso resultante por cada categoría, fue recalculada en términos de superficie relativa (%) para interpretar la información como una equivalencia al perímetro colindante, y de esta forma poder obtener una estimación de la matriz circundante a los bosques de alerce.

RESULTADOS

Distribución, Estructura y Composición de los Bosques Dominados por Alerce

La región de Los Lagos está cubierta por 2.827.328 ha de bosque nativo, equivalente al 58,4 % del total de su superficie regional. De esta superficie, un total de 208.251 ha corresponde al tipo forestal alerce, lo que representa el 96,3% de la superficie total del tipo forestal en Chile. A nivel regional, el tipo forestal alerce se encuentra distribuido en las cuatro provincias que componen la región (Palena: 46,9%, Llanquihue: 37,9%, Osorno: 9,1% y Chiloé: 6%). En la cordillera de Los Andes se concentra el 81,2 % (169.112 ha) de la superficie total de los bosques de alerce regional. Sarao por su parte, concentra el 12,6% (26.189 ha), Chiloé el 6% (12.567 ha) y la depresión intermedia el 0,2% (384,2 ha) de los alerzales de la región. En general el 53,7 % de los alerzales se establecen sobre laderas muy escarpadas (> 45 % de pendiente topográfica), y un 36,7 % sobre laderas moderadamente escarpadas a escarpadas (rango 15 – 45 %).

En la cordillera de la costa, tanto en Chiloé como Sarao, los alerzales se concentran en pendientes de sobre un 15%, acentuándose la pendiente en la cordillera de los Andes donde el 60 % de la superficie de alerce se encuentra en laderas escarpadas de montaña (Figura N° 3). Caso contrario son los alerzales de la depresión intermedia que se ubican mayoritariamente en terrenos de pendiente "suave" (plano a fuertemente inclinado <15%).

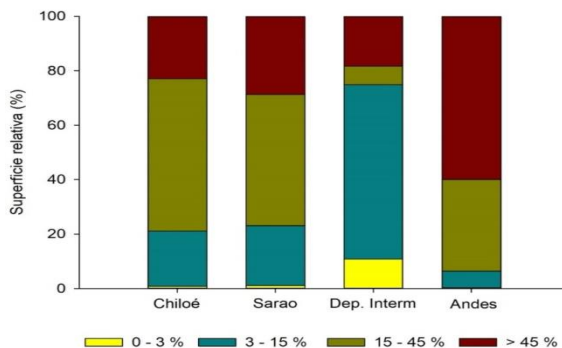


Figura N° 3
DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES DE ALERCE POR RANGOS DE PENDIENTE PARA CADA SECTOR

En la cordillera de los Andes y la depresión Intermedia la estructura dominante de los alerzales corresponde a bosque adulto (76,9%), (Figura N° 4a y 4b). En el caso de Sarao y Chiloé, los renovales son la estructura dominante. Los bosques achaparrados tienen su mayor proporción en Chiloé y los de estructura adulto-renoval en Sarao (Figura N° 4a y 4b).

En cuanto a la cobertura arbórea, casi la totalidad de los bosques de alerce (96,1%) están en las categorías “denso” y “semidenso”, es decir, presentan una cobertura de copas mayor a 50% de su superficie. Los bosques abiertos están representados en mayor medida Chiloé, con un 15,7% de la superficie total de alerces. En el sector costero, tanto en Chiloé como Sarao, dominan los bosques semidensos en proporciones similares (54,2 % en promedio para ambos sectores geográficos), y en Los Andes y depresión intermedia es donde dominan los bosques densos (Figura 4c y 4d).

En cuanto a la altura de los bosques de alerce, el rango 12 a 20 m de altura es el que concentra la mayor superficie (82.108 ha, 39,4% del total de bosques), seguido del rango 8 – 12 m (63.526 ha, 30,5 % del total de bosques). La cordillera de los Andes es el sector con mayor cantidad de alerzales de gran altura con la totalidad de los bosques de sobre 32 m de altura y sobre el 95% de los bosques de sobre 20 m de altura. Por su parte, Chiloé es la zona geográfica con bosques más bajos, ya que su superficie se concentra en un 68,8 % en el rango 4 – 8 m (Figura 4e y 4f).

Con respecto a la riqueza de especies arbóreas y arbustivas acompañantes, la depresión intermedia presenta el valor más bajo con 10 especies, seguido por Chiloé (17), Andes (20) y Sarao (23). Los sectores de estudio difieren en cuanto a las especies más frecuentes (Figura N° 5). En Los Andes, *Nothofagus betuloides* es la especie acompañante más frecuente, con presencia en el 95 % de los polígonos definidos para dicho sector, seguida de varias otras especies con una frecuencia menor al 40 %. En Chiloé, son cuatro especies las que presentan frecuencias sobre el 75%, *Tepualia stipularis*, *Drymis winteri*, *Pilgerodendron uviferum* y *Nothofagus nítida*. Sarao presenta tres especies con frecuencias sobre el 50 %, *D. winteri*, *N. nítida* y *T. stipularis*, y finalmente la depresión intermedia, presenta cinco especies con frecuencias relativas importantes sobre el 55%, siendo las principales *D. winteri* y *Luma apiculata* con 100 y 68%, respectivamente.

El análisis de clúster para la composición de especies arbóreas mostró un alto coeficiente de correlación cofenético (coef. cof: 0,923) y dos divisiones con alto soporte *bootstrap*. En primer lugar, un nodo con soporte 100% que crea dos grupos, uno formado por los bosques de Chiloé y depresión intermedia, y uno formado por los bosques de la cordillera de los Andes y Sarao. En segundo lugar, existe un nodo con soporte de 84% que separa en dos grupos los bosques de la cordillera de los Andes y Sarao, que presentan si una alta similitud (IJ: 0,619).

Los bosques de Chiloé y la Depresión Intermedia tienen una división con un muy bajo soporte *bootstrap* de 39% (Figura N° 6). Cabe destacar la baja similitud (IJ: 0,388) entre los bosques de alerce de Chiloé y los de Sarao y, entre estos últimos y los ubicados en la depresión intermedia (IJ: 0,333).

Finalmente, los bosques de alerce de los distintos sectores tienen distintos niveles de protección en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE). Actualmente el 48,6% de los bosques de los Andes, el 34,8% de los de Chiloé, el 0% de los de Sarao, y el 28,7% de los bosques de la depresión intermedia, se encuentran dentro de un área protegida del SNASPE. A nivel regional el grado de protección asciende a un 41,6% del total de su superficie.

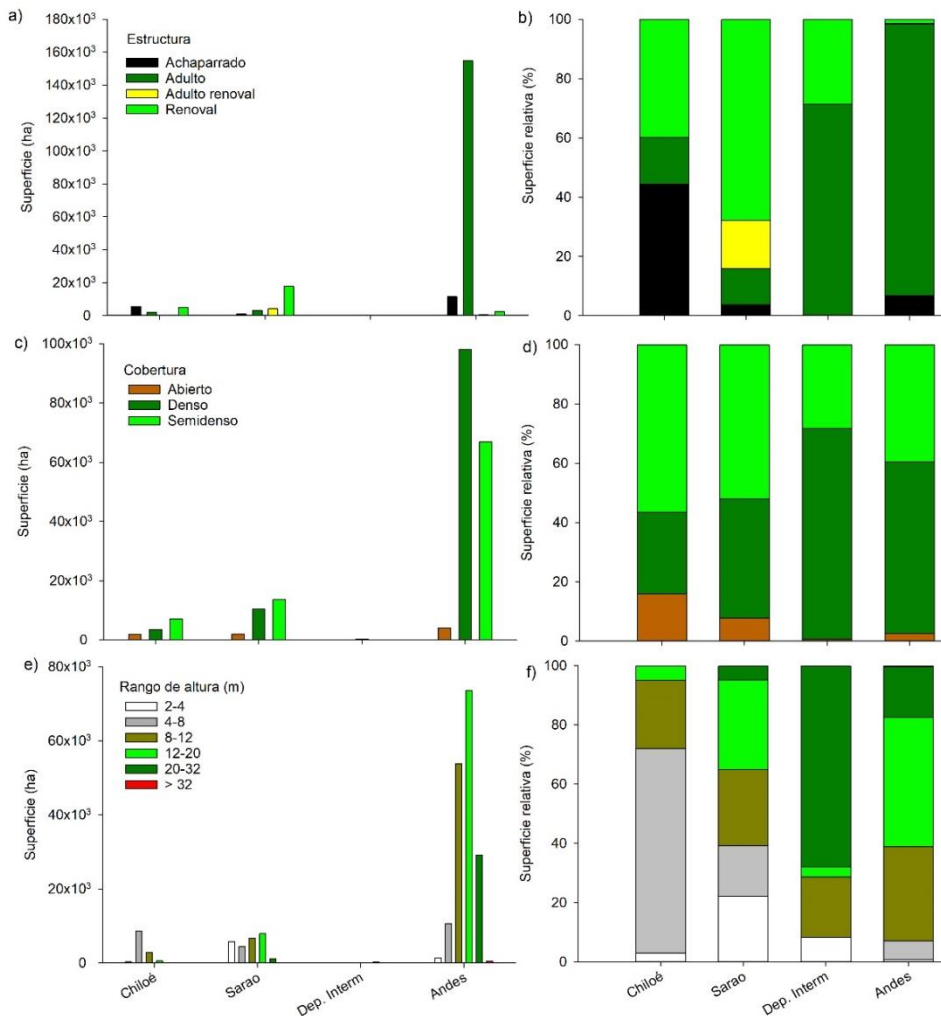


Figura N° 4
SUPERFICIE ABSOLUTA Y RELATIVA DE LOS BOSQUES DE ALERCE SEGÚN ESTRUCTURA (a y b),
COBERTURA (c y d) Y RANGO DE ALTURAS (e y f), PARA CADA SECTOR DE ESTUDIO EN LA
REGIÓN DE LOS LAGOS

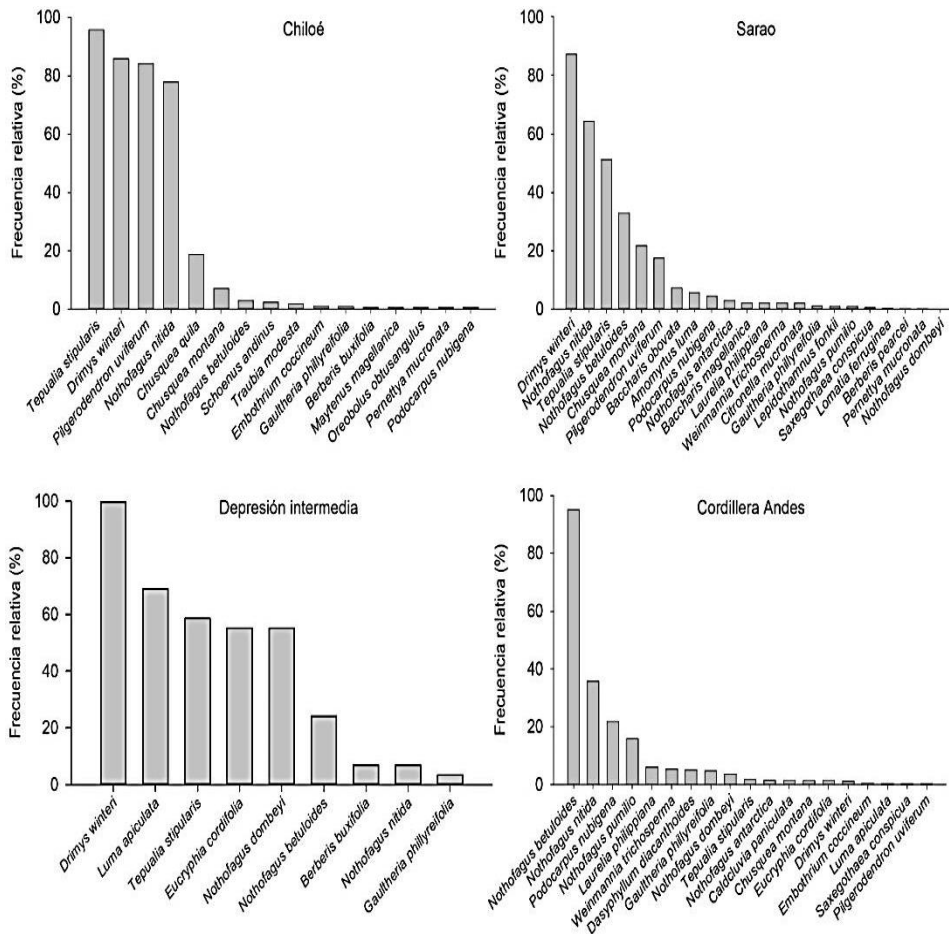
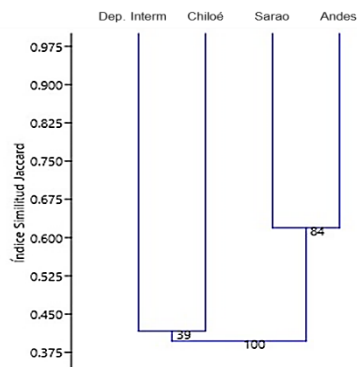


Figura N° 5
PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS EN LOS BOSQUES
DOMINADOS POR ALERCE DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS



Números cercanos a los nodos representan el soporte *bootstrap* para cada división.

Figura N° 6

ANÁLISIS DE CLÚSTER BASADO EN LA COMPOSICIÓN ARBÓREA DE LOS DISTINTOS SECTORES DE ESTUDIO EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS (COEF. COF: 0,923).

Fragmentación de los Bosques Dominados por Alerce

Los tres sectores geográficos definidos para el estudio de fragmentación (Sarao, Chiloé y Andes), están cubiertos entre un 7 y 10% por bosques de alerces (Cuadro N° 3). En los tres sectores se observa una fragmentación severa, en donde el tamaño de los parches más grandes es muy pequeño en relación al tamaño del paisaje en observación (índice de parche más grande no superó el 2.9%). Además, el índice de cohesión entre parches fue bajo en todos los sectores ($\pm 10\%$) y el índice de división del paisaje fue casi 1, lo que indica que, si se eligen dentro del paisaje dos puntos al azar, es casi seguro que estos no van a estar ubicados en un mismo fragmento.

Aparte, la gran cantidad de fragmentos en los distintos sectores presentó una baja diversidad de tamaños tanto en los índices de Shannon como Simpson (cerca de 0). Sin embargo, la superficie de alerzales se encuentra fragmentada de diferente forma en cada sector, siendo Sarao el sector con mayor número de parches (394 parches) de una superficie media de 66,4 ha, cuyo parche de mayor tamaño corresponde a 3.171 ha. Le sigue en número de parches la cordillera de Los Andes con 266 parches, con una superficie media de 636,3 ha y el parche más grande de 17.772 ha, y los bosques de alerce de Chiloé con 124 parches de una superficie media de 101,7 ha y con el parche de mayor superficie de 3.996 ha.

Además, los alerzales de los Andes presentan en relación a los de Sarao y Chiloé, una menor densidad de parche y borde. En este sentido, el mayor grado de fragmentación en Sarao queda también manifestado en una mayor densidad de parche (1,5 parches cada 100 ha) respecto a los otros sectores (0,98 en Chiloé y 0,15 en Andes). Eso si la densidad de borde fue similar entre Chiloé y Sarao, lo que indica similar perímetro o contacto con la matriz circundante. Con respecto a la depresión intermedia, este sector cuenta con un muy bajo número de conglomerados (ocho en total), con superficies medias muy variadas que van desde las 0,84 ha hasta las 260,9 ha (Cuadro N° 4). De los cuales, cuatro conglomerados se encuentran fragmentados en dos o más parches distanciados a no más de 1 km.

Cuadro N° 3
MÉTRICAS DE FRAGMENTACIÓN PARA EL TIPO FORESTAL ALERCE
POR SECTOR GEOGRÁFICO. NO INCLUYE DEPRESIÓN INTERMEDIA

Variable	Chiloé	Sarao	Andes
Paisaje cubierto por alerce (ha)*	12.610,8	26.178,2	169.261,2
Proporción de paisaje (%)	9,16	9,78	6,99
Número de parches	124,0	394,0	266,0
Superficie parche más grande (ha)	3.996,5	3.171,2	17.772,0
Superficie parche más pequeño (ha)	0,04	0,04	0,04
Superficie media de parche (ha)	101,7	66,4	636,3
Densidad de parches (n/100 ha)	0,98	1,50	0,15
Longitud de borde (m)	1.829.480	3.820.040	8.177.120
Densidad de borde (m/ha)	145,07	145,92	48,31
Índice de parche más grande (%)	2,90	1,18	1,13
Índice de cohesión de parche (%)	9,93	9,91	9,99
Índice división de paisaje	0,998	0,999	0,999
Índice de Shannon	0,30	0,32	0,34
Índice de Simpson	0,16	0,17	0,19

* Debido al proceso de rasterización con el que se construyeron estos índices, en esta tabla el paisaje cubierto por alerce por sector (ha) no calza con superficie de alerce basada en polígonos del catastro.

Cuadro N° 4
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CONGLOMERADOS DE ALERCE
EN LA DEPRESIÓN INTERMEDIA

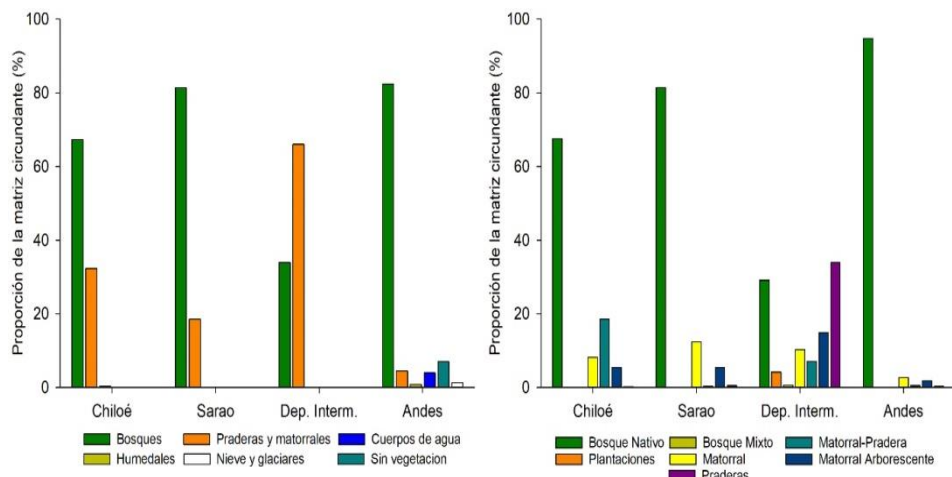
Conglomerado	Parches (N°)	Superficie Media (ha)	Superficie Total (ha)	Estructura
1	1	1,97	1,97	Renoval
2	2	1,43	2,86	Adulto
3	1	0,84	0,84	Adulto
4	3	3,07	9,22	Adulto
5	2	14,96	29,92	Renoval
6	1	260,9	260,9	Adulto
7	1	6,19	6,19	Renoval
8	2	36,16	72,32	Renoval

Paisaje Circundante a los Bosques de Alerce

La matriz circundante de los bosques de alerce está compuesta principalmente por bosques y praderas-matorrales con el 78,4 y 14,8% de la matriz, respectivamente (Figura N° 7). La mayor representación de bosques se cumple para los sectores Chiloé, Sarao y Andes,

siendo más acentuado en estas dos últimas zonas con el 81,4 y 82,4% de su matriz, respectivamente. En la depresión intermedia esta relación se invierte, y es el 66,1% de su matriz la que se encuentra con praderas y matorrales. Además, considerando las categorías de los subusos de suelo bosque y praderas-matorrales como un todo, el 84% de la matriz es bosque nativo.

Los Andes es el sector con más bosque nativo en su matriz circundante (94,8%), seguido de Sarao (81,4%) y Chiloé (67,6%). Los alerzales de la depresión intermedia solo cuentan con un 29,1% de su matriz con bosque nativo (Figura N° 7).



Para el caso de los sub-usos, solo se representan los dos principales usos de suelo; bosques y praderas y matorrales.

Figura N° 7
USO Y SUBUSOS EN LA MATRIZ CIRCUNDANTE DE LOS BOSQUES DE ALERCE
POR SECTOR DE ESTUDIO

En cuanto a la estructura de los bosques nativos presentes en la matriz circundante, el 59,3% son bosques adultos, y el 20,7% son bosques achaparrados (que podrían estar asociados también a bosques adultos, como es el caso de los tepuales).

Sin embargo, esta estructura de bosque difiere entre los sectores de estudio (Figura N° 8). En la depresión intermedia, gran parte de la matriz circundante (89,8%) corresponde a renovales. El escenario contrario ocurre en los tres otros sectores, en donde los bosques adultos dominan la matriz circundante (entre un 55 y 69, 5%). En la cordillera de la costa en tanto (Chiloé y Sarao), existe una proporción relevante de renovales a considerar ($\pm 19-30\%$). Los Andes es la zona geográfica que mejores condiciones de matriz circundante presenta, con solo un 9% de su matriz con renovales.

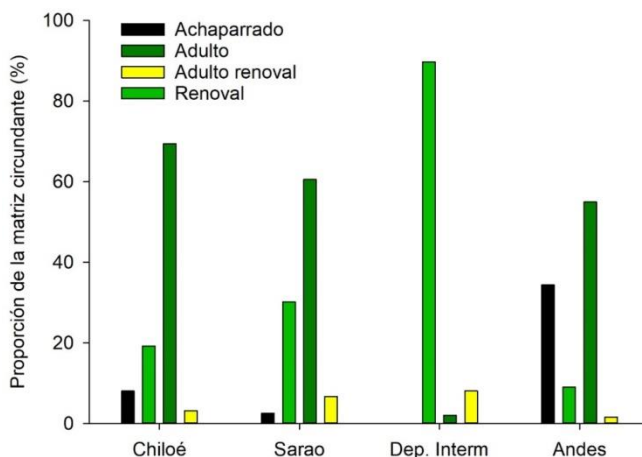


Figura N° 8
ESTRUCTURA DE BOSQUES NATIVOS PRESENTES A LO LARGO DE LA MATRIZ CIRCUNDANTE DE CADA SECTOR DE ESTUDIO

DISCUSIÓN

Estado de Conservación de los Bosques de Alerce en la Región de Los Lagos

En la región de Los Lagos se encuentra casi la totalidad de los bosques dominados por alerce en Chile (96,3%, 208.251 ha), concentrándose estos en la cordillera de los Andes de las provincias de Llanquihue y Palena y en la cordillera de la Costa, principalmente en las provincias de Osorno (cordillera de Sarao) y Chiloé (cordillera de Piuchué). Existen además ocho pequeños fragmentos de alerce en la depresión intermedia, los cuales son remanentes de una gran zona de alerzales que fue quemada durante el siglo XIX (Veblen et al., 1976).

Según el análisis de clúster, los alerzales de la región se pueden dividir a nivel composicional en tres grandes grupos: los Andes, Sarao y Chiloé-Depresión intermedia. Esta división coincide en gran medida con los tres grupos definidos genéticamente por Allnutt *et al.* (1999), quienes muestran diferencias genéticas entre los alerzales de la cordillera de los Andes, de la Costa norte, y la Costa sur/Depresión Intermedia. Estas diferencias se deberían probablemente al aislamiento genético en el pasado y al restringido flujo genético en el presente (Allnutt *et al.*, 1999). En este contexto, estudios previos sugieren que alerce estuvo restringido a refugios costeros durante la última glaciación y que las poblaciones de la depresión intermedia corresponderían a relictos glaciales (Allnutt *et al.*, 1999; Villagrán *et al.*, 2004). En este estudio, la unión de los alerzales de Chiloé y la depresión Intermedia como un grupo composicional se debería probablemente a este origen biogeográfico común.

Los cuatro sectores definidos presentan alerzales que se pueden diferenciar en composición arbórea, estructura y cobertura. En general, los bosques de la cordillera de los Andes son bosques adultos de cobertura densa o semidensa, donde *N. betuloides*, *N. nitida* y

Podocarpus nubigena acompañan a alerce en el dosel dominante. Es así como han sido documentados dos subtipos para los Andes que corresponden a alerce – *N. nítida* y alerce – *N. betuloides* (Donoso *et al.*, 1990). Los bosques de Chiloé son en general achaparrados o renovales de cobertura semidensa a densa donde *T. stipularis*, *D. winteri*, *P. uviferum* y *N. nítida* acompañan a alerce en el dosel dominante. Los bosques de Sarao (la cordillera de la Costa de Osorno y Llanquihue) son en general renovales semidensos a densos, donde *D. winteri*, *N. nítida*, *T. stipularis* y *N. betuloides* dominan el dosel junto a alerce. Estas especies acompañantes son características de los rodales creciendo en la cordillera de la Costa en el continente (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015a).

Por último, en los fragmentos presentes en la depresión intermedia dominan los bosques adultos y densos, donde *D. winteri*, *L. apiculata*, *T. stipularis* y *E. cordifolia* dominan el dosel junto a alerce. Es importante destacar que, si bien estos bosques aparecen como adultos, la edad que estos rodales alcanzan no es muy avanzada y muchos de ellos corresponden a renovales regenerados después de los incendios del siglo XIX, u otros ocurridos con posterioridad (Silla *et al.*, 2002). El rodal con árboles más viejos y con menos alteración en el área corresponde al Monumento Natural Lahuen Nadi, donde los árboles más antiguos llegan a los casi 300 años (Silla *et al.*, 2002). De hecho, este rodal es el único que presenta una composición arbórea y de sotobosque significativamente distinta a los demás rodales que han sido estudiados en la depresión intermedia (Fraver *et al.*, 1999).

Los alerzales de la región de Los Lagos presentan un alto grado de fragmentación, con una baja proporción del paisaje cubierta por estos, bajos índices de diversidad de tamaños y cohesión de parches, y altos índices de división del paisaje. Además, los tamaños de los parches más grandes son muy pequeños en relación al tamaño del paisaje. Resaltan entre estos grupos los alerzales de Sarao como los más fragmentados con 1,5 parches cada 100 ha, la superficie promedio de parche menor (66,4 ha), y la superficie menor del parche de mayor tamaño (3.171 ha). Cabe destacar que los bosques de este sector además de estar más fragmentados que los de Chiloé y los Andes, presentan un 67,9% de su superficie en estado de renoval, lo que indica que además de estar severamente fragmentados, estos bosques presentan también un alto grado de alteración. Esta condición está dada por la ocurrencia histórica de incendios y cortas en esta cordillera (Lara *et al.*, 1999).

Según un inventario de bosques muertos de alerce en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, las comunas costeras de la región de Los Lagos concentran altos volúmenes de madera muerta de alerce y una abundante regeneración de la especie (Bahamondez, 2007). Los alerzales de Chiloé por otra parte, presentaron indicadores levemente mejores que Sarao, sin embargo, preocupa que pese a presentar un menor número de fragmentos, los alerzales de Chiloé presentaron una densidad de borde similar, lo que indica que estos fragmentos presentan una exposición similar y no menor que los de Sarao a la matriz circundante.

En el caso de los alerzales de la cordillera de los Andes, estos presentan una menor densidad de parche y borde lo que hace inferir un menor grado de fragmentación dentro de la negativa realidad general que se infiere de los otros indicadores. Caso aparte representan los escasos fragmentos ubicados en la depresión intermedia, que debido a que su fragmentación es tan extrema (solo existen ocho fragmentos en este sector), ni siquiera se pudo realizar los análisis de fragmentación para estos bosques.

En cuanto al estado de protección de alerce en áreas protegidas del SNASPE, pese a no llegar a los niveles de protección que tienen estos bosques en Argentina (85%, Kitzberger *et al.*, 2000), a nivel general los alerzales de la región de los Lagos presentan una protección de 41,6%. Esto aún resulta insuficiente dado el carácter de especie en peligro de extinción y el

hecho de que aún existen cortas ilegales que afectan la especie (Wolodarsky-Franke y Lara, 2005, noticias de prensa). Esto cobra importancia, además al considerar que en la cordillera de la Costa de las provincias de Llanquihue y Osorno no existe protección alguna para estos bosques (Wolodarsky-Franke y Lara, 2005).

Igualmente, pese a que los alerzales de la depresión intermedia cuentan con un 28,7% de protección, debido a su escasa superficie y nivel de fragmentación, resulta urgente otorgar una mayor protección a estos parches boscosos para evitar su desaparición.

En Chiloé y los Andes los alerzales se encuentran en teoría mejor protegidos (34,8% y 48,6% de su superficie, respectivamente). En este contexto, es necesario destacar que, en el caso de la cordillera de los Andes, 44.496,2 ha de alerzales pasaron a manos del Estado chileno a través de la donación del Parque Pumalín durante el año 2019, lo que aumentó la superficie protegida de 22,3% a 48,6% en este sector.

Presión Sobre los Bosques de Alerce en la Región de Los Lagos

Los bosques de alerce han sido históricamente explotados, especialmente desde los inicios de la república (Torrejón *et al.*, 2011). Se estima que entre los años 1550 y 1997 los bosques de alerce disminuyeron en Chile de 617.077 a 264.993 ha (Lara *et al.*, 1999). Dada la alta tasa de destrucción de estos bosques, la especie fue declarada como Monumento Natural a través del Decreto Supremo 490 en 1976, con lo cual se prohíbe su corta. Sin embargo, el artículo 5° de dicho decreto permite la corta y utilización de madera “muerta” de alerce, es decir, se puede utilizar la madera de individuos que murieron antes de 1976, con lo que hasta la actualidad se ha estimulado la corta ilegal y los incendios intencionales para generar “madera muerta” que puede ser utilizada y vendida “legalmente” (Wolodarsky-Franke y Lara 2003, 2005).

Actualmente existe un total de 3,89 millones de m³ de madera muerta de alerce en Chile (Bahamondez, 2007). Desde el año 1991 a 2012 las exportaciones de productos basados en madera de alerce han ido a la baja, y desde el año 2013 no hay registro de exportaciones de productos de la especie (base de datos exportaciones forestales INFOR), lo cual refleja que al menos en el mercado formal, no existe casi comercialización de la especie al exterior. Sin embargo, la magnitud del mercado nacional es una incógnita.

Al analizar la matriz circundante de los bosques de alerce, se puede inferir que especialmente los bosques de la depresión intermedia se encuentran bajo una gran presión, con 66,1% de su matriz circundante cubierta de matorrales y praderas (lo que indica un persistente cambio de uso del suelo cercano a estos bosques). De hecho, se registró la pérdida de un 46% del hábitat potencial de la especie en aproximadamente una década (período 1999-2011), la cual estuvo asociada al incremento en el número de parches de bosque nativo (fragmentación) en la zona (Rodríguez-Echeverry *et al.*, 2015). Esta zona está bajo la presión creciente de las ciudades de Puerto Varas y Puerto Montt (Fraver *et al.*, 1999) y la expansión inmobiliaria, con abundantes loteos de parcelas, amenaza fuertemente la persistencia de la especie.

En el caso de los alerzales de Chiloé, la alta participación de matorrales y praderas en la matriz circundante (32,3%), se puede deber a condiciones naturales de estos bosques costeros de montaña, en que alerce crece asociado a vegetación turbosa de “campañas” (Ramírez *et al.*, 2014). En los casos donde la matriz circundante corresponde a bosques, los renovales participan de forma importante en la matriz de los bosques de Sarao (30,2%), de Chiloé (19,2%) y la depresión intermedia (89,8%). Esto significa que son bosques de segundo

crecimiento que se han generado probablemente debido a incendios o tala indiscriminada en cada zona (Lara *et al.*, 1999; raver *et al.*, 1999; Urrutia, 2002). De esta forma, solo los bosques de la cordillera de Los Andes se encontrarían bajo una aparente menor presión, ya que un 84,2% de su matriz circundante está compuesta por bosque, y sobre el 89% de ellos se encuentra en estado adulto o achaparrado (estructuras asociadas a buen estado de conservación). Esto se da principalmente por el difícil acceso a los bosques de alerce de esta cordillera, lo cual los ha resguardado mejor de cortas ilegales e incendios intencionales en los últimos años.

Una presión extra que está sufriendo el alerce actualmente es el cambio climático, el cual ha afectado negativamente su crecimiento en la cordillera de la Costa desde el año 1970 (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015b) y en algunos sectores de los Andes desde 1980 (Camarero y Fajardo, 2017). En otros sectores de la cordillera de Los Andes se ha producido un aumento sostenido en el crecimiento durante el siglo XX y hasta el año 2010, lo cual ha sido asociado al aumento en la radiación y a la fertilización por CO₂ (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015b; Lara *et al.*, 2020). Sin embargo, este patrón de aumento se evaluó hasta hace una década atrás y es necesario estudiar si el crecimiento durante los últimos años en estos mismos sitios no se ha visto afectado por el calentamiento y las menores precipitaciones. Lo anterior es importante, pues alerce responde en forma negativa especialmente al aumento de las temperaturas y éstas se han incrementado sostenidamente desde que hay registro en Chile (Lara y Villalba, 1993; Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015b; Lara *et al.*, 2020).

Por otra parte, se ha reportado que el alerce puede llegar a ser muy resistente a las condiciones de sequía, pero esto no es igual en todos los sitios y para las distintas edades (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2018^a; Urrutia-Jalabert *et al.*, 2020). Es así como los alerces jóvenes creciendo en sitios restrictivos de la cordillera de la Costa, son mucho más vulnerables que los adultos, lo cual constituye una alerta acerca del futuro de los bosques si las condiciones secas se vuelven extremas (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2018a). Es reconocido que el alerce es una especie milenaria y que como tal puede tener muchas estrategias para hacer frente a condiciones climáticas extremas, sin embargo, no hay que descuidar su estudio y monitoreo, para que no suceda lo que con *Araucaria araucana* y la mortalidad observada en los últimos años (Lara *et al.*, 2019).

Por último, un factor no menos relevante, sobre todo considerando las poblaciones de la cordillera de la Costa y la depresión intermedia, es la presión de utilización que existe sobre sectores con musgo (*Sphagnum* spp.) en los cuales se desarrolla alerce. Se ha demostrado que esta especie, aunque puede limitar el crecimiento de plantas ya establecidas (Lara *et al.*, 2008), ayuda a mantener un buen estatus hídrico en estas, por lo que su extracción puede afectar negativamente la sobrevivencia de la especie bajo las condiciones actuales más secas y calurosas (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2018a).

Desafíos para la Conservación y Restauración de los Alerzales de la Región de Los Lagos

Los bosques dominados por alerce en la región de Los Lagos presentan condiciones de estructura, composición y origen biogeográfico-genético que ameritan una atención sectorizada para su conservación (Allnutt *et al.*, 1999). Debido al bajo número de rodales, baja superficie, alta fragmentación y una matriz circundante dominada por praderas y matorrales, se debiera fomentar y aumentar la protección de los alerzales de la depresión intermedia. Para esto resulta recomendable identificar con vuelos de dron los fragmentos y cada uno de los individuos de esta especie, de forma de mapearlos y así evitar incluso la extracción de individuos aislados. Además, es necesario ejecutar ampliamente actividades de restauración

financiadas por el Estado y el sector privado, e implementar acciones a nivel de paisaje de forma de aumentar el tamaño de los fragmentos, mejorar la conectividad entre estos y aumentar la viabilidad de que sean habitados por alerce (Rodríguez-Echeverry *et al.*, 2015). La restauración de la especie podría seguir diseños similares a los ya implementados para otras coníferas de lento crecimiento como *P. uviferum* (Bannister, 2015).

Por otra parte, el nulo nivel de protección, alto grado de alteración, la ocurrencia periódica de talas ilegales y una matriz circundante muy alterada en torno a los alerzales de la cordillera de la costa de las provincias de Osorno y Llanquihue, hacen que aún sea una deuda pendiente del Estado de Chile declarar parte de este territorio como área protegida. Además, la restauración de estos bosques tanto dentro de su superficie cómo en su matriz circundante, son medidas que debieran comenzar a ejecutarse. Para esto, el fomento de la abundante regeneración natural (Bahamondez, 2007) podría ser un buen punto de partida. En el caso de los alerzales de Chiloé, pese a que aproximadamente un tercio de ellos se encuentran bajo protección en el Parque Nacional Chiloé, existen sectores aledaños al parque que poseen poco resguardo (ej. Sector Abtao y Huentemó-Chanquín), por lo que el riesgo de incendios es alto, más aún bajo las condiciones climáticas actuales. En los alerzales de la isla sería recomendable apoyar actividades de restauración en estos bosques afectados históricamente por incendios (Urrutia, 2002), a través de técnicas de restauración activa, pasiva y mixta, basadas en el fomento y asistencia de la regeneración natural que según estudios anteriores es bastante abundante (Bahamondez, 2007).

Según la información disponible, los alerzales que se encuentran en mejor estado de conservación son los de la cordillera de los Andes, pues presentan casi 50% de representatividad en SNASPE, existe un alto porcentaje de bosques adultos, existe menor fragmentación y la matriz circundante indica menor presión. Sin embargo, es importante señalar que la tala ilegal y los incendios pueden llegar a convertirse en una gran amenaza a medida que se va mejorando el acceso a los bosques de esta zona. Para evitar esto es muy importante fortalecer la fiscalización y el monitoreo especialmente en zonas donde hay caminos y huellas antiguas que llegan a los alerces (ej.: Contao).

Por último, en las próximas décadas la región de los Lagos sufrirá grandes cambios en su clima. Modelos predictivos existentes muestran que a fines de este siglo la temperatura aumentará en 2-4°C y la precipitación estival bajará en un 30-50% a esta latitud (41-43°S, Universidad de Chile, 2006). ¿Cuál va a ser el efecto de estos cambios en los bosques de alerce?. Estudios han avanzado en la estimación de la vulnerabilidad de alerce al cambio climático (Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015b; Urrutia-Jalabert *et al.*, 2018a; Urrutia-Jalabert *et al.*, 2020); sin embargo, aún faltan investigaciones que puedan indagar potenciales cambios en la estructura, dinámica, flujos de agua y carbono, y en la persistencia de estos bosques en el largo plazo. La tarea es vasta, pero el fin último de comprender y resguardar este patrimonio de la humanidad bien lo amerita.

RECONOCIMIENTOS

INFOR y los autores agradecen el financiamiento entregado por el convenio INFOR-MINAGRI. Este estudio es parte del trabajo realizado por el programa de investigación en Restauración de Ecosistemas Forestales Nativos de INFOR. Igualmente se agradece al Proyecto de Inserción en el sector productivo PAI-ANID 7818I20003, al Proyecto Fondecyt 1171496 y al Proyecto ANID/FONDAP 15110009.

REFERENCIAS

- Allnutt, T.R.; Newton, A.C.; Lara, A.; Premoli, A.; Armesto, J.J.; Vergara, R, y Gardner, M, 1999. Genetic variation in *Fitzroya cupressoides* (alerce), a threatened South American conifer, *Molecular Ecology*, 8: 975–987.
- Bahamondez, C, 2007. Inventario de los bosques de alerce. Santiago, Chile: Instituto Forestal, p. 183.
- Bannister, J.R.; Vidal, O.J.; Teneb, E, y Sandoval, V, 2012. Latitudinal patterns and regionalization of plant diversity along a 4270-km gradient in continental Chile, *Austral Ecology*, 37:500-509.
- Bannister, J.R, 2015. Recuperar bosques no es solo plantar árboles: Lecciones aprendidas luego de 7 años restaurando bosques de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin en Chiloé', *Anales del Instituto de la Patagonia*, 43: 35–51.
- Bannister, J.R, y Donoso, P.J, 2013. Forest typification to characterize the structure and composition of old-growth evergreen forests on Chiloe Island, North Patagonia (Chile), *Forests*, 4: 1087–1105.
- Camarero, J.J, y Fajardo, A, 2017. Poor acclimation to current drier climate of the long-lived tree species *Fitzroya cupressoides* in the temperate rainforest of southern Chile. *Agricultural and Forest Meteorology* 239(1): 141-150
- CONAF, 2020. Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Cifras oficiales 2017. Disponible en: <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional>.
- Di Castri, F, y Hajek, E., 1976. Bioclimatología de Chile. Santiago, Chile: Vicerrectoría Académica de la Universidad Católica de Chile.
- Donoso, C.; Grez, R.; Sandoval, V., 1990. Caracterización del Tipo Forestal Alerce. *Bosque* 11: 21-34.
- Donoso, C., 1993. Producción de semillas y hojarasca de las especies del Tipo Forestal Alerce (*Fitzroya cupressoides*) de la Cordillera de la Costa de Valdivia, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 53-64.
- Fraver, S.; González M.E.; Silla, F; Lara, A, y Gardner, M., 1999. Composition and structure of remnant *Fitzroya cupressoides* forests of Southern Chile's Central Depression. *Journal of the Torrey Botanical Society* 126: 49-57.
- Kitzberger, T.; Perez, A.; Iglesias, G.; Premoli, A. y Veblen, T., 2000. Distribución y estado de conservación del alerce (*Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnst.) en Argentina. *Bosque*, 21: 79-89.
- Kreft, H. y Jetz, W., 2010. A framework for delineating biogeographical regions based on species distributions, *Journal of Biogeography*, 37: 2029–2053.
- Jung, M., 2013. LecoS — A python plugin for automated landscape ecology analysis. *Ecological Informatics*, 31: 18-21.
- Lara, A. y Villalba, R., 1993. A 3,620-year temperature reconstruction from *Fitzroya cupressoides* tree rings in southern South America. *Science* 260: 1104-1106.
- Lara, A; Fraver, S; Aravena, J.C, y Wolodarsky-Franke, A., 1999. Fire and the dynamics of *Fitzroya cupressoides* (Alerce) forests of Chile's Cordillera Pelada. *Ecoscience* 6, 100-109
- Lara A.; Aravena, J.C.; Wolodarskay, A.; Cortés, M. y Fraver, S., 2003. Fire regimes and forest dynamics in the lake district in south-central Chile. In: T.T. Veblen, W. Baker, G. Montenegro & T.W.Swetnam. Fire and

Lara, A.; Echeverría, C.; Thiers, O.; Huss, E.; Escobar, B.; Tripp, K.; Zamorano, C. y Altamirano, A., 2008. Restauración ecológica de coníferas longevas: el caso del alerce (*Fitzroya cupressoides*) en el sur de Chile. Páginas 39-56 en M. González-Espinosa, J. M. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial, editores. Restauración de bosques en América Latina. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) y Editorial Mundi-Prensa México, México.

Lara, A.; Urrutia-Jalabert, R.; Reyes, R., González, M.; Miranda, A.; Altamirano, A. y Zamorano, C., 2019. Bosques Nativos, en: Informe País Estado del Medio Ambiente en Chile 2018. Instituto de Asuntos Públicos. Centro de Análisis de Políticas Públicas. Santiago, Chile.

Lara, A.; Villalba, R.; Urrutia-Jalabert, R.; González-Reyes, A.; Aravena, J. C.; Luckman, B. H.; Cuq, E.; Rodríguez, C. y Wolodarski-Franke, A., 2020. A 5680-year tree-ring temperature record for southern South America. *Quaternary Science Reviews* 228:106087.

Ramírez, C; San Martín, C; Vidal, O; Pérez, Y, Valenzuela, J, Solís, J.L, y Toledo, G, 2014. Tundra Subantártica en la Isla Grande de Chiloé, Chile: Flora y vegetación turbosa de campañas, *Anales del Instituto de la Patagonia*, 42: 17–37.

Rodríguez-Echeverry, J.; Echeverría, C. y Nahuelhual, L., 2015. Impacts of anthropogenic land-use change on populations of the Endangered Patagonian cypress *Fitzroya cupressoides* in southern Chile: Implications for its conservation. *Oryx*, 49(3), 447-452.

SERNAGEOMIN, 2003. Mapa Geológico de Chile, versión digital. Servicio Nacional de Geología y Minería.

Silla, F.; Fraver, S.; Lara, A.; Allnutt, T.R.; y Newton, A., 2002. Regeneration and stand dynamics of *Fitzroya cupressoides* (*Cupressaceae*) forest of southern Chile's Central Depression. *Forest Ecology and Management* 165: 213-224.

Torrejón, G.F.; Cisternas, M.; Alvia, I. y Torres, L., 2011. Consecuencias de la tala maderera colonial en los bosques de alerce de Chiloé, sur de Chile (Siglos XVI-XIX), *Magallania*, 39: 75–95.

UICN, 2020. The IUCN Red List of Threatened Species 2020. In: <https://www.iucnredlist.org/species/30926/2798574> _ 10 de septiembre, 2020.

Universidad de Chile, 2006. Estudio de la variabilidad climática en Chile para el Siglo XXI. Informe Final. Santiago, Chile: Departamento de Geofísica. Universidad de Chile.

Urrutia, R., 2002. Desarrollo de una cronología de anchos de anillos para alerce (*Fitzroya cupressoides*) y reconstrucción de la historia de incendios en el área de Abtao, Parque Nacional Chiloé, X región. Tesis Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Urrutia-Jalabert, R.; Malhi, Y. y Lara, A., 2015a. The oldest, slowest rainforests in the world? massive biomass and slow carbon dynamics of *Fitzroya cupressoides* temperate forests in southern Chile. *PLoS One* 10:137569.

Urrutia-Jalabert, R.; Malhi, Y.; Barichivich, J.; Lara, A.; Delgado-Huertas, A.; Rodríguez, C. y Cuq, E., 2015b. Increased water use efficiency but contrasting tree growth patterns in *Fitzroya cupressoides* forests of southern Chile during recent decades. *J. Geophys. Res. Biogeosci.* 120, 2505–2524.

Urrutia-Jalabert, R.; Peña, M.P.; Coopman, R.E.; Carvajal, D.E.; y Jiménez-Castillo, M. 2018a. Elucidating the hydraulic vulnerability of the longest-lived Southern Hemisphere conifer to aridification. *Forest Ecol. Manag.* 430, 472–484.

Urrutia-Jalabert, R.; González, M.E.; González-Reyes, A.; Lara, A. y Garreaud, R., 2018b. Climate variability and forest fires in central and south-central Chile. *Ecosphere* 9:e02171.

Urrutia-Jalabert, R.; Lara, A.; Barichivich, J.; Vergara, N.; Rodriguez, C.G.; y Piper, F., 2020. Low growth sensitivity and fast replenishment of non-structural carbohydrates in a long-lived endangered conifer after drought. *Frontiers in Plant Science* 11:905.

Veblen, T.; Delmastro, J. y Schlatter, J.E., 1976. The conservation of *Fitzroya cupressoides* and its environment in southern Chile. *Environmental Conservation*, 3: 291-301.

Villagrán, C.; León, A. y Roig, F.A., 2004. Paleodistribución del alerce y ciprés de las Guaitecas durante períodos interestadiales de la Glaciación Llanquihue: provincias de Llanquihue y Chiloé, Región de Los Lagos, Chile, *Revista geológica de Chile*, 31: 133–151.

Wolodarsky-Franke, A. y Lara, A., 2003. La dendrocronología como herramienta en la conservación de especies arbóreas en peligro en Chile. *Gestión Ambiental* 9, 15-23.

Wolodarsky-Franke, A. y Lara, A., 2005. The role of “forensic” dendrochronology in the conservation of alerce (*Fitzroya cupressoides* (Molina Johnston) forests in Chile. *Dendrochronologia* 22:235-240.

INFLUENCIA DEL ORIGEN DE LAS SEMILLAS EN EL DESEMPEÑO DE COIGÜE (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) EN ENSAYOS DE 15 AÑOS EN LA COSTA Y PRECORDILLERA DE LA REGION DE LOS RIOS

Gutiérrez, Braulio³

RESUMEN

Se caracteriza el desempeño de coigüe, en términos de supervivencia, altura, diámetro y rectitud de fuste a los 14-15 años de edad en dos ensayos establecidos en costa y pre cordillera de la región de Los Ríos Chile (Huillilemu en San José de la Mariquina y Remeco en Panguipulli); se analiza también el efecto del origen de las semillas (zonas de procedencias) sobre las variables mencionadas.

Se constata un crecimiento similar en ambos ensayos y de la misma magnitud que los indicados para otras plantaciones de coigüe. La supervivencia y rectitud de fuste es mayor en Remeco que en Huillilemu, aun cuando en ambos casos predominan árboles de escasa rectitud.

No se detectan diferencias de desempeño asociadas al efecto de las zonas de procedencias, concluyéndose y respaldándose con antecedentes bibliográficos una escasa diferenciación genética entre poblaciones de coigüe. Esta escasa diferenciación obedecería al efecto homogeneizador del flujo génico presente en las extensas y relativamente continuas poblaciones de coigüe.

Palabras clave: *Nothofagus dombeyi*, coigüe, procedencias, crecimiento, forma.

SUMMARY

The performance of coigüe, in terms of survival, height, diameter and straightness of the stem at 14-15 years of age in two trials established in the coast and pre-mountain range of the Los Ríos Chile region (Huillilemu in San José de la Mariquina and Remeco in Panguipulli) is characterized; The effect of the origin of the seeds (areas of provenance) on the mentioned variables is also analyzed.

Both trials show a similar growth and it is of the same magnitude as those indicated for other coigüe plantations. The survival and straightness of the stem is greater in Remeco than in Huillilemu, even though in both cases trees with little straightness predominate.

No differences in performance associated with the effect of the areas of provenance were detected, concluding and supporting with bibliographic antecedents a scarce genetic differentiation between populations of coigüe. This scarce differentiation would be due to the homogenizing effect of the gene flow present in the extensive and relatively continuous populations of coigüe.

Keywords: *Nothofagus dombeyi*, coigüe, provenance, growth, stem shape.

³ Ingeniero Forestal. Instituto Forestal, Sede Bio Bio. bgutierr@infor.cl

INTRODUCCIÓN

Si bien se registran crecimientos bastantes heterogéneos, se reconoce que coigüe (*Nothofagus dombeyi*) manifiesta un crecimiento más bien rápido entre las especies arbóreas del cono sur (Cruz-Johnson, 2013). En general, su crecimiento en altura es mayor que el observado en otras especies del género *Nothofagus*, reflejando así la alta productividad tradicionalmente asociada a los rodales dominados por coigüe (Esse *et al.*, 2014). En plantaciones también presenta un alto crecimiento, incluso superior al exhibido en bosques naturales.

Como ejemplo de lo anterior, Donoso y Soto (2010) indican que en plantaciones con silvicultura intensiva de establecimiento puede alcanzar incrementos medios anuales de hasta 1,9 cm en diámetro y 1,5 m en altura. Esta atractiva tasa de crecimiento ha determinado que entre las especies nativas que se utilizan en plantaciones forestales, coigüe sea una de las más difundidas.

Considerando la extensa distribución natural de coigüe, puede existir una gran distancia y diferencia de condiciones ambientales y ecológicas entre el sitio donde se producen las semillas y el lugar donde realiza la plantación. Por lo mismo, resulta especialmente interesante generar información para orientar y facilitar las decisiones de silvicultores y forestadores respecto a orígenes de semilla que contribuyan por una parte a aumentar rendimiento de la plantación, y por otra eviten que esa plantación se constituya en una fuente de contaminación genética para las poblaciones naturales existentes en esa área.

Una consideración prudente es el uso de semilla local, aunque como se indica en Gutiérrez (2019) debe tenerse en cuenta que no siempre el origen local es el más adecuado, y que hay situaciones donde puede ser necesario o aconsejable utilizar orígenes foráneos.

El enfoque tradicional para contribuir al ordenamiento genético territorial respecto al uso y movimiento de semillas lo constituyen las regiones o zonas de procedencia. Enfoques alternativos, como el de zonas genéticas, son complementarios y se diferencian del mismo por considerar información de marcadores moleculares para definir las diferentes zonas (Pastorino y Mondino, 2016; Azpilicueta *et al.*, 2016; Hasbún *et al.*, 2014).

El modelamiento de nicho ecológico es también una alternativa para predecir los sitios donde los distintos orígenes de semillas podrían prosperar adecuadamente (Alía *et al.*, 2009b; Hasbún *et al.*, 2014; Marchelli *et al.*, 2016). No obstante, por su simplicidad, las zonas de procedencia han sido el mecanismo más utilizado, estas corresponden a un conjunto de territorios sometidos a condiciones ecológicas suficientemente uniformes, en los que se desarrollan poblaciones que presentan características fenotípicas o genéticas análogas (Agúndez *et al.*, 1995; Alía *et al.*, 2009a; García del Barrio *et al.*, 2001).

El sustento de estas zonas se basa en que las diferencias entre poblaciones de una misma especie que ocupan distintos territorios, si bien se pueden atribuir en parte a la expresión de plasticidad fenotípica, obedecen también a diferencias que puede tener una base genética producto de procesos de selección acaecidos durante múltiples generaciones.

En Chile Hasbún *et al.* (2014) efectuaron una propuesta inicial de zonas de procedencia para coigüe basada en las 7 grandes áreas (estratos) definidas por Alarcón *et al.* (2013) en base a herramientas de modelamiento ecológico.

Esta zonificación fue posteriormente descartada en función de estudios moleculares que no indicaban mayor diferenciación genética entre ellas. Por su parte, Quiroz y Gutiérrez (2014), en una propuesta de reglamento para regular la producción, comercio y certificación de semillas y

plantas forestales, elaboraron un mapa de zonas de procedencia para especies forestales nativas, pero que no ha sido validado con estudios moleculares.

En el presente artículo se utiliza la clasificación de zonas de procedencias de Quiroz y Gutiérrez (2014) para evaluar el efecto del origen de las semillas, en términos de zona de procedencia, sobre variables de supervivencia, crecimiento y rectitud de fuste de individuos de coigüe de 14 y 15 años de edad establecidos en dos ensayos de procedencias y progenies establecidos en las cercanías de las localidades de San José de la Mariquina y de Neltume, en la región de Los Ríos, Chile:

OBJETIVO

Determinar la existencia de diferencias atribuibles a las zonas de procedencias y orientar respecto a los orígenes y materiales idóneos para utilizar en las áreas afines a cada zona de ensayo.

MATERIAL Y MÉTODO

Los ensayos considerados corresponden a las pruebas de procedencias y progenies de coigüe Huillilemu y Remeco.

El ensayo Huillilemu se ubica en el predio del mismo nombre, en la comuna de San José de la Mariquina, región de Los Ríos, (39°33,167'S; 73°4,356'O) a una altitud de 23 msnm, en un área de clima templado lluvioso, clasificada dentro del subtipo clima de costa occidental con influencia mediterránea y caracterizado por las altas precipitaciones, con un promedio anual de 2.400 mm (García *et al.*, 2013).

El ensayo considera 5 bloques completos al azar donde se prueban 73 progenies correspondientes a 23 procedencias agrupadas en 11 zonas de procedencias. Los datos evaluados corresponden a la medición efectuada a los 15 años de edad.

El ensayo Remeco se ubica en el predio homónimo, en las cercanías de la localidad de Neltume (39°49,699'S; 71°57,366'O), en la comuna de Panguipulli, provincia de Valdivia, región de Los Ríos, a 512 msnm, en un área con clima de tendencia oceánica, de carácter templado-húmedo con registro de precipitaciones durante todo el año y ausencia de déficit hídrico. Las precipitaciones anuales alcanzan a unos 2.000 mm, las que se registran tanto en forma de lluvia como de nieve (Teillier *et al.*, 2013).

El ensayo considera 5 bloques completos al azar donde se prueban 67 progenies correspondientes a 17 procedencias agrupadas en 9 zonas de procedencias. Los datos evaluados corresponden a la medición efectuada a los 14 años de edad.

Las variables evaluadas fueron supervivencia (S), altura total (H), diámetro a la altura del pecho (DAP) y rectitud de fuste (RF). Esta última variable categorizada en una escala cualitativa compuesta por los cuatro niveles que se ilustran en la Figura N° 1.

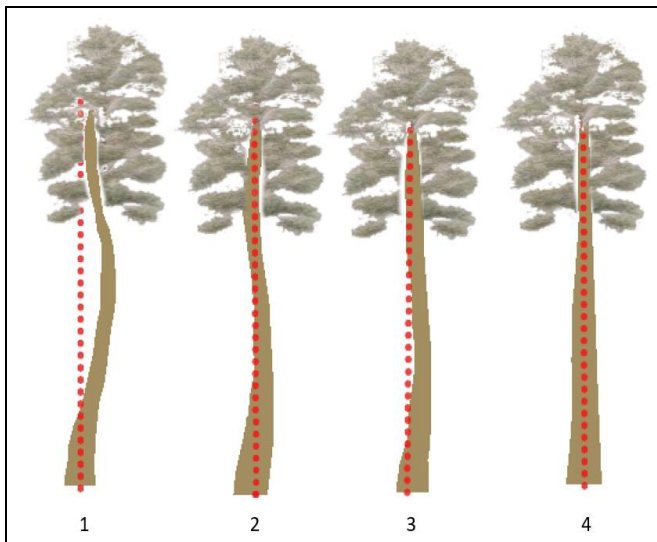


Figura N° 1
ESCALA CUALITATIVA PARA EVALUACIÓN DE RECTITUD DE FUSTE

Se calcularon los parámetros medios y de dispersión del ensayo para cada variable evaluada y se efectuó análisis de varianza para verificar la existencia de diferencias estadísticamente significativas para cada una de las variables a nivel de zonas de procedencia.

Los análisis de varianza se complementaron con la prueba de Tuckey para comparación múltiple de medias (alfa= 0,05), usando la diferencia mínima significativa (DMS) como criterio para decidir la existencia de diferencias estadísticamente significativas para cada variable en función de las zonas de procedencia analizadas.

En el caso de la variable supervivencia los porcentajes fueron transformados a unidades de Bliss, posteriormente para efectos de presentar los resultados, las DMS fueron revertidas nuevamente a porcentajes.

Para el análisis a nivel de zonas de procedencia, se utilizó el mapa desarrollado por Quiroz y Gutiérrez (2014) en el marco de una propuesta de reglamento para normar y regular el origen de las semillas de especies forestales nativas. Este mapa corresponde a una segmentación divisiva y multiespecífica, donde se divide el área de interés silvícola del país, desde la región de Coquimbo a la de Magallanes, en 22 zonas de procedencias relativamente homogéneas en base a información de clima, fisiografía, vegetación y suelos.

En la Figura N° 2 y Cuadro N° 1 se muestran y describen las zonas de procedencia desde donde se obtuvo la semilla de coigüe que dio origen los ensayos evaluados. En esta clasificación el ensayo Huillilemu se ubica en la zona de procedencia ZP-15, en tanto el ensayo Remeco está establecido en la zona de procedencias ZP-14.

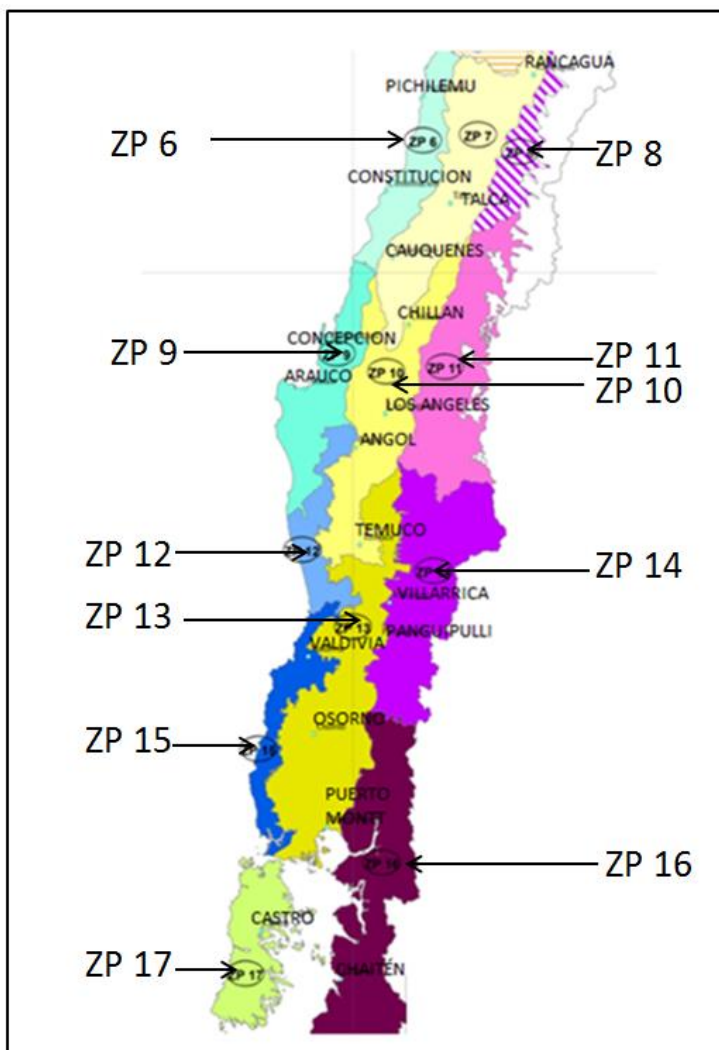


Figura N° 2
DEFINICIÓN DE ZONAS DE PROCEDENCIAS UTILIZADA PARA INDIVIDUALIZAR LAS
PROCEDENCIAS EVALUADAS EN EL ENSAYO

Cuadro N° 1
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROCEDENCIAS CONSIDERADAS EN LOS ENSAYOS DE COIGÜE DE
HUILILEMU Y REMECO

Zonas de Procedencia, Nombre y Descripción
ZP-6. COSTA HUASA: Límites 33°55'S 71°50'W, 36°05'S 72°30'W; costa regiones O'Higgins y Maule; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 501-1000 mm; presencia de tipos forestales Roble-Hualo, Esclerófilo y Roble-Raulí-Coihue; material parental del suelo: roca metamórfica terreno intermedio alto.
ZP-8. PLANCHÓN: Límites 33°55'S 71°34'W, 35°30'S 70°51'W; pre cordillera y cordillera de Los Andes regiones de O'Higgins y Maule; altitudes entre 800 y 1500 msnm; rango de precipitación media anual 501-1500 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Esclerófilo, Ciprés de la Cordillera y Lengua; descripción del suelo: sedimentos antiguos de origen volcánico, afloramientos rocosos.
ZP-9. GOLFO DE ARAUCO: Límites 36°01'S 72°46'W, 38°27'S 73°17'W; costa región del Biobío; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Esclerófilo, Roble-Hualo y Araucaria; descripción del suelo: sedimentos marinos en posiciones bajas e intermedias, rocas graníticas en terrenos altos.
ZP-10. SALTO DEL LAJA: Límites 36°09'S 72°31'W, 38°55'S 72°19'W; depresión intermedia regiones del Maule, Biobío y Araucanía; altitudes entre 200 y 700 msnm; rango de precipitación media anual 1001-1500 mm; presencia de tipos forestales Esclerófilo, Roble-Raulí-Coihue; descripción del suelo presente en esta zona: rocas graníticas en terrenos topografía intermedia, arenas volcánicas en terrenos planos a ligeramente ondulados, cenizas volcánicas, y suelos rojos arcillosos.
ZP-11. NEVADOS DE CHILLÁN: Límites 35°21'S 70°28'W, 37°56'S 72°07'W; pre cordillera y cordillera de Los Andes regiones del Maule y Biobío; altitudes entre 700 y 1400 msnm; rango de precipitación media anual 1501-2500 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Lengua, Roble-Hualo, Ciprés de la Cordillera y Araucaria; descripción del suelo cenizas volcánicas modernas en terrenos intermedios a altos.
ZP-12. NAHUEL BUTA: Límites 37°38'S 73°04'W, 39°18'S 72°37'W; costa e interior región de la Araucanía; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1501-2000 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Siempreverde y Araucaria; descripción del suelo: sedimentos marinos en posiciones bajas e intermedias, rocas metamórficas en terrenos intermedios, rocas graníticas en terrenos altos quebrados a montañados.
ZP-13. VALLE DE LOS COLONOS: Límites 37°59'S 72°10'W, 41°45'S 73°37'W; depresión intermedia regiones de la Araucanía, Los Ríos y Los Lagos; altitudes entre 50 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 1501-2000 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Siempreverde, Esclerófilo; descripción del suelo presente en esta zona: cenizas volcánicas sobre gravas y sobre material fluvio-glaciar o aluvial.
ZP-14. VILLARRICA: Límites 37°59'S 72°08'W, 40°25'S 71°52'W; pre cordillera y cordillera de Los Andes regiones de la Araucanía y Los Ríos; altitudes entre 600 y 1500 msnm; rango de precipitación media anual 2501-3500 mm; presencia de tipos forestales Roble-Raulí-Coihue, Coihue-Raulí-Tepa, Lengua, Araucaria y Ciprés de la Cordillera; suelos aluviales, cenizas volcánicas, textura media y fina.
ZP-15. COSTA VALDIVIA-ZARAO: Límites 39°18'S 72°51'W, 41°45'S 73°38'W; costa regiones de Los Ríos y Los Lagos; altitudes entre 0 y 700 msnm; rango de precipitación media anual 2001-2500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Alerce, Coihue de Magallanes y Roble-Raulí-Coihue; descripción del suelo ubicado en esta zona: roca metamórfica micaesquistosa en terrenos de cerro y valles sedimentarios, cenizas volcánicas antiguas sobre roca metamórfica.
ZP-16. HORNOPIREN: Límites 40°21'S 72°27'W, 44°01'S 71°46'W; pre cordillera y cordillera de Los Andes región de Los Lagos; altitudes entre 0 y 1200 msnm; rango de precipitación media anual 3501-4000 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Roble-Raulí-Coihue, Coihue-Raulí-Tepa, Lengua, Alerce y Ciprés de la Cordillera. Descripción de suelos: cenizas volcánicas modernas sobre arena, y escoria volcánica sobre grava pumicíticas; arena y lava andesítico-basáltica en topografía plana y ladera de cerros.
ZP-17. CHILOÉ: Límites 41°48'S 74°01'W, 43°25'S 73°48'W; costa región de Los Lagos; altitudes entre 0 y 600 msnm; rango de precipitación media anual 2001-2500 mm; presencia de tipos forestales Siempreverde, Alerce, Ciprés de las Guaitecas.

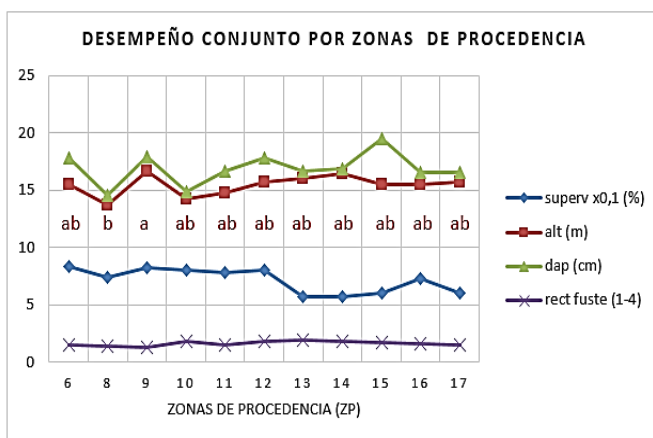
RESULTADOS

La caracterización general de los ensayos Remeco y Huillilemu, en término de promedio, desviación estándar y diferencias mínimas significativas para cada variable se resume en el Cuadro N° 2. En el cuadro se destaca que el ensayo Remeco presenta mejor desempeño en supervivencia y rectitud de fuste y menor crecimiento en altura y DAP que el ensayo Huillilemu, este último es un año mayor que Remeco.

El desempeño de coigüe analizado en conjunto para Remeco y Huillilemu no evidencia diferencias estadísticamente significativas entre zonas de procedencia para supervivencia, DAP ni rectitud de fuste, solo se observan diferencias significativas para la variable altura (Figura N° 3).

Cuadro N° 2
CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS ENSAYOS EVALUADOS

Parámetro	Ensayo	Supervivencia [%]	Altura [m]	DAP [cm]	Rectitud [1-4]
Promedio (Desviación estándar)	Huillilemu n= 323	71,8 b (22,9)	15,4 a (2,5)	18,0 a (4,3)	1,4 a (0,5)
	Remeco n= 290	80,6 a (24,3)	14,9 b (1,4)	15,6 b (3,4)	1,7 b (0,9)
	Conjunto n= 613	75,7 (24,2)	15,2 (2,1)	16,9 (4,1)	1,5 (0,7)
DMS (Tuckey, alfa = 0,05)		3,48%	0,32m	0,60cm	0,12



(Las letras corresponden al agrupamiento de las medias de altura para una diferencia mínima significativa de 2,692 m)

Figura N° 3
VARIACIÓN DE SUPERVIVENCIA, ALTURA, DAP Y RECTITUD DE FUSTE POR ZONAS DE PROCEDENCIA EN EVALUACION CONJUNTA DE DOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS Y PROGENIES DE COIGÜE DE 14 Y 15 AÑOS DE EDAD

A nivel de ensayos individuales se mantiene la misma tendencia anterior, detectándose diferencias entre zonas de procedencia que solo son significativas en el caso de la variable altura del ensayo Remeco (Cuadros N° 3 y N° 4 y Figura N° 4).

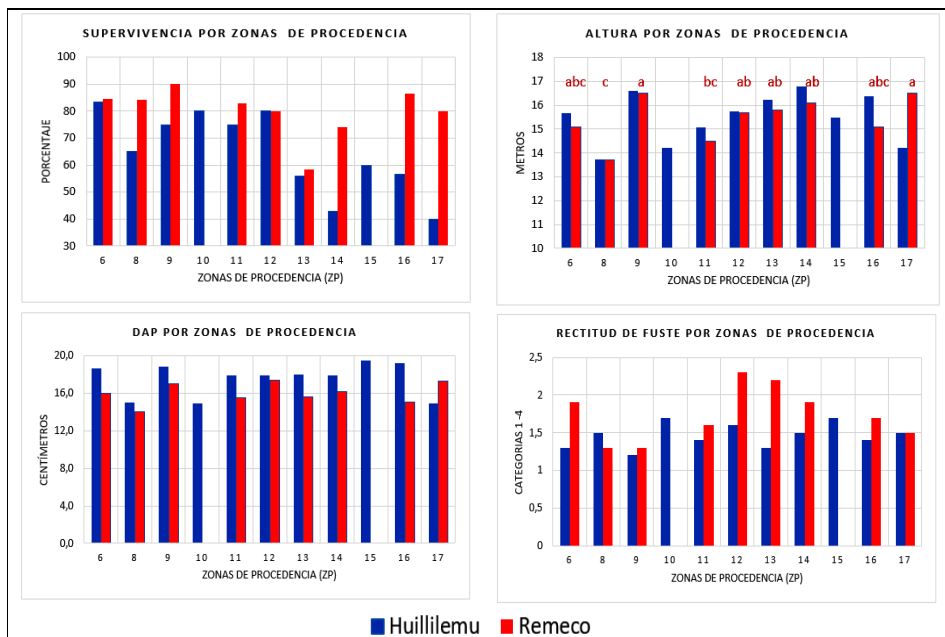
Cuadro N° 3
DESEMPEÑO DE COIGÜE POR ZONA DE PROCEDENCIA
ENSAYO HUILLILEMU

Zona de Procedencia	n	Superv. [%]	Altura [m]	DAP [cm]	Rectitud Fuste [1-4]
ZP 6	89	83,2	15,7	18,6	1,3
ZP 8	15	65,2	13,7	15,0	1,5
ZP 9	9	75,0	16,6	18,8	1,2
ZP10	4	80,0	14,2	14,9	1,7
ZP11	146	74,9	15,1	17,9	1,4
ZP12	12	80,0	15,7	17,9	1,6
ZP13	14	56,0	16,2	18,0	1,3
ZP14	12	42,9	16,8	17,9	1,5
ZP15	3	60,0	15,5	19,5	1,7
ZP16	17	56,7	16,4	19,2	1,4
ZP17	2	40,0	14,2	14,9	1,5
Total	323	71,8	15,4	18,0	1,4
DMS (Tuckey, alfa= 0,05)		81,7	4,02	6,92	0,93

Cuadro N° 4
DESEMPEÑO DE COIGÜE POR ZONA DE PROCEDENCIA
ENSAYO REMECO

Zona de Procedencia	n	Superv. [%]	Altura [m]	DAP [cm]	Rectitud Fuste [1-4]
ZP 6	44	84,6	15,1 abc	16,0	1,9
ZP 8	16	84,2	13,7 c	14,0	1,3
ZP 9	9	90,0	16,5 a	17,0	1,3
ZP10	--	--	--	--	--
ZP11	143	82,7	14,5 bc	15,5	1,6
ZP12	4	80,0	15,7 ab	17,4	2,3
ZP13	21	58,3	15,8 ab	15,6	2,2
ZP14	17	73,9	16,1 ab	16,2	1,9
ZP15	--	--	--	--	--
ZP16	32	86,5	15,1 abc	15,0	1,7
ZP17	4	80,0	16,5 a	17,3	1,5
Total	290	80,6	14,9	15,6	1,7
DMS (Tuckey, alfa= 0,05)		59,4	1,72	4,59	1,2

Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre medias (Tuckey alfa=0,05)



Las letras en el gráfico de altura indican grupos estadísticamente homogéneos según prueba de Tuckey (Alfa= 0,05) para zonas de procedencia en el ensayo Remeco

Figura N° 4
SUPERVIVENCIA, CRECIMIENTO Y RECTITUD DE FUSTE DE COIGÜE POR ZONA DE PROCEDENCIA EN ENSAYOS HUILLILEMU (15 AÑOS) Y REMECO (14 AÑOS)

DISCUSIÓN

Desempeño General Ensayos

Los ensayos evaluados corresponden a una edad de 14 y 15 años, coincidente con el periodo en que coigüe presentaría los mayores incrementos medios anuales. En efecto, antecedentes compilados por Donoso *et al.* (2007) indican que los mayores crecimientos de coigüe se producirían entre los 10 y 15 años en las plantaciones y entre los 15 y 30 años en renovales.

Los valores medios de altura (15,4 y 14,9 m) y DAP (18,0 y 15,6 cm) registrados en Huillilemu y Remeco, respectivamente, corresponden a incrementos medios anuales que oscilan entre 1,03 y 1,06 m/año en altura y 1,1 a 1,2 cm/año en diámetro. Para ambas variables los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos informados para otras plantaciones de coigüe, los cuales de acuerdo a antecedentes de diferentes autores compilados por Gutiérrez (2017) fluctuarían entre 0,5 y 1,5 m/año para la altura y 0,9 y 1,9 cm/año para el DAP, en plantaciones de coigüe menores de 20 años. Así, aunque se han descrito crecimientos bastantes heterogéneos, en general se reconoce que coigüe manifiesta un crecimiento más bien rápido entre las especies arbóreas del cono sur (Cruz-Johnson, 2013).

En cuanto a supervivencia, las plantas ensayadas en Remeco presentan mejor supervivencia (80,6%) que las establecidas en Huillilemu (71,8%), siendo estadísticamente significativa la diferencia entre ensayos. En ambos casos los valores son equiparables a los informados para otras plantaciones de coigüe a edades más tempranas: 75-96% después de un año de establecidas (Büchner, 2007); 90-100% en plantaciones de cuatro años (Álvarez y Lara, 2008); 69% a los seis años (Betancurt, 2015); 86% a los siete años (Donoso y Soto, 2010).

Respecto a rectitud de fuste los valores medios obtenidos en ambos ensayos (1,4 en Huillilemu y 1,7 en Remeco) son bajos y estadísticamente diferentes entre ellos. Se observa escasa presencia de árboles rectos, situación que también ha sido descrita por Betancurt (2015) en otras plantaciones de coigüe. En general la calidad de fuste no exhibe variación entre progenies y procedencias y parecería ser un atributo que junto con las bifurcaciones constituiría una característica intrínseca de la especie (Gutiérrez, 2017).

Efecto de Zonas de Procedencias

Dependiendo de si la variabilidad genética está determinada o no por fuerzas de selección, se clasifica en variabilidad genética adaptativa o neutral. Esta última, independiente de las fuerzas de selección se estima principalmente mediante marcadores moleculares, en cambio el método tradicional para estimar la variabilidad genética adaptativa es evaluando caracteres morfométricos, fenológicos o fisiológicos en ensayos de procedencias y pruebas de progenies, enfoque empleado en el presente artículo.

En los ensayos evaluados no se evidenció efecto de las zonas de procedencia sobre el desempeño del material genético en término de las variables consideradas, exceptuando el comportamiento de la variable altura en el ensayo Remeco.

Los resultados pueden parecer inesperados, especialmente si se considera que coigüe ocupa distintos sitios en 10 de los 12 tipos forestales definidos para Chile, reflejando así su adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo (Esse *et al.*, 2013), presenta un amplio rango de distribución desde los 34°37' a los 47°30'S, se desarrolla en una gran diversidad de ambientes, con amplitud de hábitats en sentidos latitudinal, longitudinal y altitudinal, aspectos todos que sugieren una marcada variabilidad y diferenciación entre sus poblaciones. Sin embargo, como lo indican Hasbún *et al.* (2014) en el caso de las extensas y relativamente continuas poblaciones de coigüe, si bien debería esperarse una elevada variación genética poblacional, existe también un elevado flujo génico en la mayor parte de su distribución, particularmente desde los 37° al sur, que reduce la divergencia genética entre sus poblaciones.

Los resultados del presente estudio coinciden en identificar alta variación en el desempeño de los individuos analizados, pero esta variabilidad se presenta principalmente en las familias dentro de las zonas de procedencias y no se refleja en diferencias entre las zonas de procedencia propiamente tales. Esta misma situación, junto al efecto del flujo génico como fenómeno que reduce las diferencias genéticas entre poblaciones, ha sido demostrada en estudios de variabilidad isoenzimática de coigüe efectuados por investigadores argentinos citados en Donoso *et al.* (2004), donde se concluye que la mayor parte de la variación genética se encuentra dentro de las poblaciones, mientras que el porcentaje entre distintas poblaciones resulta ser muy bajo.

Estudios con herramientas moleculares confirman los resultados anteriores. Utilizando marcadores AFLP en muestras de ADN obtenidas desde diversas zonas de la distribución natural

de coigüe se observa que la variabilidad genética de la especie en las localidades evaluadas es alta, pero no se detectan alelos únicos de localidades específicas, concluyéndose la existencia de bajos niveles de diferenciación genética poblacional o entre localidades (Hasbún *et al.*, 2014).

En la misma línea, estudios con moderna tecnología molecular y marcadores SNP altamente polimórficos y discriminativos, utilizados para caracterizar poblaciones de coigüe, también indican una baja diferenciación genética entre poblaciones. En efecto, tras analizar muestras de ADN provenientes de más de 20 poblaciones distribuidas en los siete estratos ecológicos ambientales en que Alarcón *et al.* (2013) dividen la distribución de coigüe, Gonzalez (2015) concluye que los siete estratos definidos por modelamiento ecológico no constituyen grupos genéticamente diferentes, y que la estructuración genética estaría constituida solo por dos grupos a lo largo de toda la distribución geográfica de la especie. Inicialmente, Hasbun *et al.* (2014) también proponen a los siete estratos de Alarcón *et al.* (2013) como procedencias diferentes, no obstante, al integrar los resultados de sus análisis genéticos concluyen la presencia de solo 3 subpoblaciones, y que solo dos de ellas serían puras; una en el norte (estrato 1 y 2) y otra en el sur (estrato 3⁴), la tercera sería una mezcla de las dos anteriores (estratos 4, 5, 6 y 7). En síntesis, confirman una diferenciación genética muy inferior respecto a la esperada de la división ecológica-ambiental, equivalente a lo observado en las zonas de procedencia analizadas en este artículo.

La independencia del efecto de las zonas de procedencias observada en este estudio también ha sido descrita en otras experiencias de establecimiento de plantaciones experimentales, como en el caso de lenga (*Nothofagus pumilio*), donde Mondino *et al.* (2010) observan este mismo fenómeno entre procedencias con diferencias de altitud del orden de 400msnm. Por otra parte, se reconoce que atributos relevantes para la caracterización forestal, entre otros la altura y el diámetro utilizados en este estudio, no suelen expresar fielmente las diferencias genéticas entre los árboles (Puntieri *et al.*, 2006).

A partir de los resultados obtenidos y de los antecedentes bibliográficos complementarios se puede desprender que coigüe exhibe variabilidad, pero que esta se manifiesta más bien dentro de las zonas de procedencia que entre ellas; y que la variabilidad genética entre poblaciones de coigüe sería menor que la presumida en función de la amplia diversidad ambiental y ecológica que ocupa la especie.

Parte de la variación observada en las poblaciones naturales obedecería a fenómenos de plasticidad fenotípica ajenos a origen genético y por lo tanto no heredables como para observarlos en ensayos como los evaluados; este sería el caso por ejemplo de la variabilidad respecto a tamaño de semillas en un gradiente clinal de latitud, o de la variación ecotípica que separa a las poblaciones mediterráneas de la más sureñas.

Debe existir variación genética adaptativa, pero no se estaría expresando en variables como las aquí consideradas, sino que presumiblemente en otras que estén más relacionadas con la capacidad de supervivencia de los individuos, que con factores de productividad forestal. Por ejemplo, variables asociadas a la eficiencia en el transporte de agua, respecto de las cuales Carrasco-Urra *et al.* (2018) determinan la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre poblaciones de coigüe ubicadas a lo largo de su distribución andina.

⁴ En el estudio de Hasbún el estrato 3 corresponde a muestras de Coyhaique y Aysén. Estos orígenes no están representados en las procedencias y zonas de procedencia contempladas en los ensayos evaluados en este artículo. Consecuentemente, de acuerdo a la clasificación genética de Hasbún, el material evaluado en las zonas de procedencia correspondería solo a una población pura y a una mezcla, explicando la falta de diferenciación entre los grupos evaluados.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos el origen de las semillas, en términos de las zonas de procedencia analizadas, no tendría efecto para diferenciar el desempeño en altura, diámetro, supervivencia y rectitud de fuste de coigüe. Al respecto, antecedentes complementarios citados en el texto sugieren una escasa diferenciación genética entre poblaciones, la que justificaría el resultado obtenido.

REFERENCIAS

Agúndez, D.; Martín, S.; De Miguel, J.; Galera, R.; Jiménez, M. y Díaz-Fernández, P., 1995. Las regiones de procedencia de *Fagus sylvatica* en España. ICONA. Madrid, España. ISBN 84-8014-139-5. 104 p.

Alarcón, D.; Fuentes, G.; Hasbún, R. y Ruíz, E., 2013. Estratificación ecológica de poblaciones de *Nothofagus dombeyi* en Chile para asistir el muestreo de su diversidad genética. <https://www.researchgate.net/publication/304540561>.

Alía, R.; Mancha, J.; Sánchez de Ron, D.; Barba, D.; Climent, J.; García del Barrio, J.; Notivol, E. e Iglesias, S., 2009a. Las regiones de procedencia de las especies forestales en Europa. En: Revista de la Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales, Foresta N°46. Pp: 44-48.

Alía, R.; García del Barrio, J.; Iglesias, S.; Mancha, J.; de Miguel, J.; Peragón, J.; Pérez, F. y Sánchez del Ron, D., 2009b. Regiones de procedencia de especies forestales en España. CIFOR-INIA. Dpto. Sistemas y Recursos Forestales. Madrid, España. 363 p.

Álvarez, C. y Lara, A., 2008. Crecimiento de una plantación joven en fajas con especies nativas en la Cordillera de Los Andes de la provincia de Valdivia. Bosque Nativo 29 (3): 181-191.

Azpilicueta, M.; Marchelli, P.; Umaña, F.; Thomas, E.; Van Zonneveld, M. y Gallo, L., 2016. Definición de zonas genéticas como fuente de semilla en raulí y roble pellín en Argentina. En: Azpilicueta, M. y Marchelli, P. (Eds). Zonas genéticas de raulí y roble pellín en Argentina: Herramienta para la conservación y el manejo de la diversidad genética. INTA Ediciones. Bariloche, Río Negro. Pp: 21-28

Betancurt, G., 2015. Evaluación del desempeño de una plantación joven de coihue establecida a campo abierto en el predio Llancahue, comuna de Valdivia. Trabajo de Titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y recursos naturales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 61 p.

Büchner, C., 2007. Respuesta inicial de una plantación de *Nothofagus dombeyi* (Mirb) Oerst a distintas dosis de fertilizante, en la precordillera de la Costa de Valdivia. Tesis Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. En: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fifb919r/doc/fifb919r.pdf>.

Carrasco-Urra, F.; Quezada, I. y Saldaña, A., 2018. Variation in traits related to wáter transport in *Nothofagus dombeyi* helps to explain its latitudinal distribution limit in the Chilean Andes. Plant Ecology & Diversity, DOI: 10.1080/17550874.2018.1507056.

Cruz-Johnson, P., 2013. Aplicación de relaciones de densidad-diámetro y de área potencial aprovechable en bosques de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst, como herramienta de planificación silvícola. Tesis doctoral Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética. Universidad de Castilla La Mancha. Albacete, España. 120 p.

Donoso, P. y Soto, D., 2010. Plantaciones con especies nativas en el centro-sur de Chile: experiencias, desafíos y oportunidades. Bosque Nativo N° 47, julio-octubre 2010, pp: 10-17.

Donoso, P.; Soto, D.; Donoso, C. y Rivera, H., 2007. Crecimiento inicial en altura de plantaciones de coihue, roble y raulí en altitudes medias en la provincia de Valdivia, Chile. Bosque Nativo N° 40. Dic 2006 - Abr 2007. Pp: 8-12.

Donoso, C.; Premoli, A. y Donoso, P., 2004. Variación en *Nothofagus* siempreverdes sudamericanos. En: Donoso, C., Premoli, A.; Gallo, L. e Ipinza, R. (editores) Variación Intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. Capítulo 8, pp: 189-214.

Esse, C.; Donoso, P.; Gerding, V. y Encina-Montoya, F., 2013. Determination of homogeneous edaphoclimatic zones for the secondary forest of *Nothofagus dombeyi* in central southern Chile. Cien. Inv. Agrar. 40(2):351-360.

Esse, C.; Donoso, P.; Gerding, V.; Navarro, C. y Encina-Montoya, F., 2014. Modelling dominant height and site index in different edaphoclimatic zones of *Nothofagus dombeyi* secondary forest in the Andes of south-central Chile. Southern Forest 2014:1-8

García, L.; Droppelmann, F. y Rivero, M., 2013. Morfología y fenología floral de *Nothofagus alpina* (*Nothofagaceae*) en un huerto semillero clonal en la región de Los Ríos, Chile. En: Bosque 34(2):221-231.

García del Barrio, J.; De Miguel, J.; Alía, R. e Iglesias, S., 2001. Regiones de identificación y utilización de material forestal de reproducción. Serie cartográfica. Secretaría general del medio ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. España. 293 p.

González, J., 2015. Estructura genética y detección de loci bajo selección en *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. mediante datos moleculares obtenidos por *genotyping by sequencing* (GBS). Tesis para optar al título de Ingeniero en Biotecnología Vegetal. Facultad de Cs Forestales. Universidad de Concepción. Chile. 55p.

Gutiérrez, B., 2019. Regiones de procedencias, un ordenamiento de fuentes semilleras. Ciencia e Investigación Forestal 25(2):57-73.

Gutiérrez, B., 2017. Evaluación de crecimiento y forma de fuste de un ensayo de procedencias y progenies de coihue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) de 15 años de edad. Ciencia e Investigación Forestal 23(3): 31-42.

Hasbún, R.; Ruiz, E.; Ríos, D.; Fuente, G y Alarcón, D., 2014. Certificación genética del origen de materiales reproductivos de coigüe mediante herramientas moleculares y nichos ecológicos. Informe Final Proyecto FIBN-CONAF 068/2012. Universidad de Concepción, Concepción. Octubre 2014. 59 p.

Marchelli, P.; Azpilicueta, M.; Thomas, E.; Van Zonneveld, M. y Gallo, L., 2016. Distribución futura: Impacto del cambio climático global. En: Azpilicueta, M. y Marchelli, P. (Eds). Zonas genéticas de raulí y roble pellín en Argentina: Herramienta para la conservación y el manejo de la diversidad genética. INTA Ediciones. Bariloche, Río Negro. Pp: 35-38.

Mondino, V.; Tejera, L.; Pastorino, M. y Gallo, L., 2010. Establecimiento en *Nothofagus pumilio*: efecto de plantas nodrizas y procedencias. Poster. Estación Experimental Agroforestal Esquel, Centro Regional Patagonia Sur, INTA Argentina.

Pastorino, M. y Mondino, V., 2016. Restauración de bosques nativos: La importancia del origen de las semillas. Actualidad El Cordillerano. 5 septiembre, 2016.

Puntieri, J.; Grosfeld, J.; Stecconi, M.; Brion, C.; Azpilicueta, M. y Gallo, L., 2006. Early development of roble (*Nothofagus obliqua*), an architectural analysis of provenances from Argentina. Bosque 27(1):44-51.

Quiroz, I. y Gutiérrez, B., 2014. Definición de zonas de procedencia para especies el bosque nativo. En: Propuesta de reglamento para semillas y plantas forestales. INFOR-SAG. Concepción, Chile. 74 p.

Teillier, S.; Macaya-Berti, J.; Bonnemaïson, C.; Delaunoy, J. y Marticorena, A., 2013. Contribución al conocimiento de la flora vascular de la Reserva Biológica Huilo-Huilu, Región de Los Ríos, Chile. Gayana Botanica 70(2): 194-234.

ASPECTOS HISTÓRICOS, ECOLÓGICOS Y SOCIALES ASOCIADOS A *Salix humboldtiana* EN LA RIBERA DEL RÍO AGRIO EN LA PATAGONIA ARGENTINA

Dezzotti, Alejandro⁵; Sbrancia, Renato⁵; Attis Beltrán, Hernán⁵; Velásquez, Abel⁵ y Mortoro Ariel⁵

RESUMEN

Salix humboldtiana, el único sauce nativo de América del Sur, conforma la fase sucesional temprana en ambientes riparios de zonas húmedas y semiáridas, desde el norte de México y hasta el norte de la Patagonia en la Argentina y Chile. En el límite meridional de la distribución, la especie está representada por individuos aislados o formando pequeños grupos que representarían el relicto de una distribución más amplia.

En este estudio se analizó la presencia histórica de *S. humboldtiana* en el norte de la Patagonia argentina, basada en documentos que datan desde el siglo. 18. Además, en la ribera del río Agrio inferior (69°42' -70°08' O, 38°18' -38°29' S) se evaluó i) la estructura y el poder calorífico de *S. humboldtiana* basado en un censo poblacional y la densidad de la madera, respectivamente, ii) la abundancia de otras plantas leñosas nativas y exóticas, a partir de datos de incidencia presencia/ausencia y iii) la percepción de los pobladores y el uso actual de plantas leñosas basado en una encuesta.

En el área del río Agrio inferior, el clima es semiárido frío, la temperatura y precipitación total media anual son de 13,8 °C y 163,5 mm, respectivamente, el balance hídrico medio anual es -48,0 mm y el índice de aridez es 6,9. La densidad de *S. humboldtiana* se estimó en 3,6 ind/ha, el 75% de los árboles tenía un diámetro < 5 cm y el 86% tenía menos de 10 años. El 17,4% de los pobladores presentaban necesidades básicas insatisfechas, y el consumo y la existencia de leña se estimaron en 2.750 m³/año y 32.290 m³ (0,35% de *S. humboldtiana*), respectivamente. El 77% de los entrevistados indicó que la abundancia actual de *S. humboldtiana* era menor y que la de leñosas exóticas aumentó.

Hasta mediados del siglo 20, *S. humboldtiana* habría sido un árbol frecuente en la margen de los ríos patagónicos, a juzgar por la recurrente mención en documentos históricos. Sin embargo, estas referencias no permiten asumir que la población era continua y extensa. El norte de la Patagonia representa el límite austral de la distribución natural, cuyo clima árido, mediterráneo y continental restringiría el desempeño ecológico de *S. humboldtiana*.

A escala regional, la invasión biológica, la hibridación con plantas exóticas, el uso no sustentable y la transformación riparia causada por la urbanización, la agricultura, la extracción de áridos y la actividad hidroeléctrica constituirían factores antropogénicos de degradación y destrucción de la vegetación formada por *S. humboldtiana*. Esta situación justifica su inclusión al marco que brindan las leyes de protección ambiental de bosques naturales. Sin embargo, es necesario además implementar programas de desarrollo y conservación en los cuales las dimensiones social y ecosistémica sean claves.

Palabras clave: *Salix humboldtiana*, distribución histórica, estructura poblacional, conservación de bosques, especies leñosas exóticas.

⁵Grupo de Ecología y Manejo de Sistemas Forestales, Universidad Nacional del Comahue, Sede San Martín de Los Andes, Pasaje de la Paz 235, Q8370AQA San Martín de los Andes, Argentina. adezzotti@gmail.com.

SUMMARY

Salix humboldtiana, the only willow native to South America, forms the early successional phase of riparian environments in humid and semi-arid regions, from northern Mexico to northern Patagonia in Argentina and Chile. At the southern limit of the geographical range, *S. humboldtiana* is represented by individuals isolated or forming small groups, which would represent the remnant of a broader distribution.

In this study, the historical presence of *S. humboldtiana* in northern Patagonia from Argentina was analysed, based on documents dating from the century.18. Furthermore, in the waterside of the lower Agrio river (69 ° 42'-70 ° 08' W, 38 ° 18'-38 ° 29' S), were analysed i) the structure and calorific value of *S. humboldtiana* based on a census and the density of the wood, respectively, ii) the abundance of other native and exotic woody plants from presence / absence, incidence data, and iii) the perception of the inhabitants and the current use of woody plants based in a survey.

In the lower Agrio river area, the climate is cold and semi-arid, the mean annual temperature and total precipitation are 13.8 ° C and 163.5 mm, respectively, the mean water balance is -48.0 mm and the aridity index is 6.9. Tree density was estimated in 3.6 ind/ha, 75% of *S. humboldtiana* trees exhibited < 5 cm diameter, and 86% showed less than 10 yr. old. The 17.4% of the residents had unsatisfied basic needs, the consumption and the existence of firewood were estimated in 2,750 m³/yr and 32,290 m³ (0.35% of *S. humboldtiana*), respectively. The 77% of people indicated that at present, the abundance of *S. humboldtiana* was lower and that of exotic woody species increased.

Until the mid 20 century, *S. humboldtiana* would have been a frequent plant on the margin of the Patagonian rivers, judging by the recurrent mention in historical documents. However, these references do not allow the assumption that the population was continuous and extensive. Northern Patagonia represents the southern limit of the natural distribution of *S. humboldtiana*, whose arid, Mediterranean and continental climate would restrict its ecological performance.

At regional scale, biological invasion, hybridization with exotic plants, unsustainable use, and riparian transformation caused by urbanization, agriculture, mineral extraction, and hydroelectric activity would constitute anthropogenic factors of degradation and destruction of the vegetation formed by *S. humboldtiana*. This situation justifies the inclusion of this species under the laws that specifically protect natural forests. However, it is also necessary to implement development and conservation programs in which the social and ecosystem dimensions represent key issues.

Key words: *Salix humboldtiana*, historical distribution, population structure, forest conservation, exotic woody species.

INTRODUCCIÓN

Las especies de *Salix* (*Salicaceae*) tienen una enorme relevancia global en el contexto de la silvicultura sostenible y el desarrollo rural (Kuzovkina *et al.*, 2008). Este género está compuesto por unas 400 especies, de las cuales solo el sauce de plata del Cabo (*Salix mucronata* Thunb.) y el sauce criollo (*Salix humboldtiana* Willd.) son nativos del hemisferio sur (Argus, 1997). *Salix humboldtiana* es el único sauce nativo de América del Sur, y se extiende desde el norte de México, en Durango y Nuevo León, hasta el norte de la Patagonia, en la IX Región de Chile y la provincia de Chubut en la Argentina (Boelcke, 1986; Batis *et al.*, 1999; Hauenstein *et al.*, 2005). *Salix humboldtiana* es un árbol siempreverde o caducifolio dioico, presenta reproducción asexual y sexual, polinización entomófila y una semilla ortodoxa que tiene dispersión anemócora e hidrocóra, viabilidad breve y germinación epigea (Rodríguez *et al.*, 1983). La especie está categorizada "De preocupación menor" (Barstow, 2018), se la cultiva ampliamente y en algunas áreas se encuentra naturalizada (DEEDI, 2020).

Salix humboldtiana es un árbol sucesional temprano en ambientes riparios de zonas húmedas y semiáridas (Parolin *et al.*, 2002; Barstow, 2018). En la región tropical tiende a ser reemplazado por árboles tolerantes a la sombra, mientras que en la templada no (Parolin *et al.*, 2002; Caso *et al.*, 2010; Thomas y Leyer, 2014). El régimen hidrológico regula la sucesión, a través del cual se forman bancos que promueven la colonización durante la fase de sedimentación, que se erosionan eliminando la vegetación durante la fase de inundación.

La regeneración ocurre en forma episódica en estos bancos cuando el nivel hidrométrico no causa inundación o sequía extensas. Los árboles de mayor tamaño contribuyen a este proceso porque disminuyen la velocidad del agua y el transporte de sedimentos (Lewis y Franceschi, 1979; Liotta, 2001; Thomas y Leyer, 2014). La reproducción vegetativa es menos dependiente de estas condiciones y las plantas que se originan de este modo presentan mayor sobrevivencia (Moggridge y Gurnell, 2009).

En el actual territorio argentino, desde finales del Pleistoceno *S. humboldtiana* suministró bienes asociados al tronco y la corteza, rama, hoja y flor. Las sociedades cazadoras-recolectoras utilizaban la madera para combustible y confeccionar herramientas y flechas (Rodríguez, 2000; Brea *et al.*, 2001, 2014; Colobig, 2012). Desde el siglo 17, su utilización era intensa a juzgar por un bando de 1610 que prohibió la corta en Buenos Aires (López, 1886). La especie era usada para la fabricación de embarcaciones, viviendas y objetos, y para elaborar forraje y medicina (Casamiquela, 1985; Di Sapiro y Gattuso, 1994; Borodowski y Suárez, 2004; Prates, 2009; Larroulet *et al.*, 2011).

En la Patagonia argentina, en la actualidad *S. humboldtiana* está representada por individuos aislados o en pequeños grupos, que representarían el relicto de una distribución más amplia que disminuyó debido a la actividad humana (Hunziker, 1992; Shafroth *et al.*, 1994; Cremer, 2003; Birken y Cooper, 2006; Natale *et al.*, 2008, 2012, 2018; Budde *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2012; Datri *et al.*, 2013; Thomas y Leyer, 2014; Bozzi *et al.*, 2014).

OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio fue desarrollar conocimiento ecológico, social y tecnológico sobre *S. humboldtiana* para contribuir a diseñar estrategias de conservación *in- y ex-situ*, y su incorporación al marco de protección que brindan la Ley 26.331 de "Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos" (MJDH, 2020) y la Ley 2.780 de "Ordenamiento territorial de bosques nativos la provincia de Neuquén" (LPN, 2020).

Los objetivos particulares fueron analizar la presencia histórica de *S. humboldtiana* en el norte de la Patagonia argentina, las características y el consumo de leña de los pobladores, y la estructura, el crecimiento y el estado de conservación de *S. humboldtiana* en un área particular de la provincia de Neuquén.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El área de estudio se localizó en la ribera sur del río Agrio inferior, desde el paraje Bajada Vieja y hasta la desembocadura con el río Neuquén ($69^{\circ}42'-70^{\circ}08' \text{ O}$, $38^{\circ}18'-38^{\circ}29' \text{ S}$), tiene aproximadamente 900 ha y está conformada por una longitud de 60 km y un ancho medio de 150 m (Figura N° 1). El río Agrio nace en el lago Caviahue en la cordillera de los Andes, y luego de recorrer 250 km desemboca en el río Neuquén. Este río se une con el río Limay y forman el río Negro, que desemboca en el océano Atlántico después de atravesar aproximadamente 600 km. El relieve del área de estudio es suave y está dominado por mesetas escalonadas, terrazas fluviales, llanuras aluviales, depresiones con ocasionales lagunas y salinas, y sierras bajas. Los suelos del valle son Aridisoles cálcicos y Entisoles torriortentes franco arenosos, mientras que en las partes elevadas dominan los afloramientos rocosos (Pereyra y Bouza, 2019).

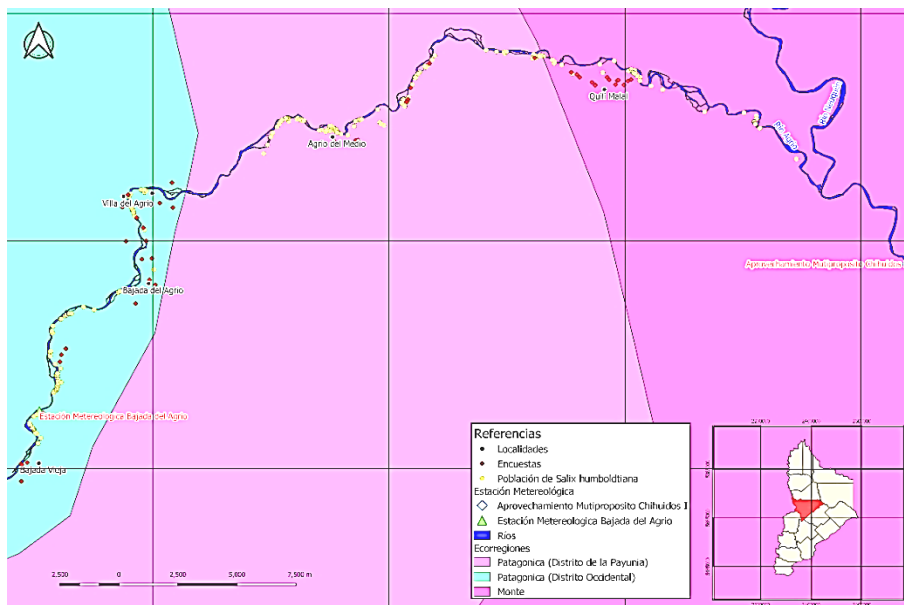


Figura N° 1
IMAGEN DE LA LOCALIZACIÓN DE *Salix humboldtiana* EN LA RIBERA SUR DEL RÍO AGRIO INFERIOR EN LA PROVINCIA DE NEUQUÉN EN LA ARGENTINA

El área de estudio pertenece a las Ecorregiones Patagónica (Distritos Occidental y de la Payunia) y del Monte (Monte Austral). La vegetación es gramíneo-arbustiva, las plantas dominantes son xerófilas y la cobertura aérea es baja.

En el Distrito del Monte Austral se encuentra típicamente *Larrea spp.* (*Zygophyllaceae*), en el de la Payunia el solupe (*Ephedra ochreatea* Miers. (*Ephedraceae*) y la chilladora (*Chuquiraga rosulata* Gaspar. *Asteraceae*), y en el Occidental *Festuca spp.* (*Poaceae*) (Oyarzábal *et al.*, 2018) (Figura N° 1).

La actividad productiva se caracteriza por el autoconsumo, la tecnología sencilla y los límites prediales flexibles, y comprende la ganadería bovina, ovina y caprina, y la producción de aves, forraje, hortalizas, legumbres, cereales y frutas (Bendini y Alemany, 2004).

En esta área se encuentran las localidades Bajada del Agrio (884 habitantes) y Quili Malal (184) (DPEC, 2010), y los parajes Agrio del Medio, Villa del Agrio, Bajada del Puente y Bajada Vieja.

En el río Neuquén, cerca de la confluencia con el río Agrio, se planifica construir el Aprovechamiento Multipropósito Chihuido I, cuyo embalse de 18.600 ha inundará el área de estudio (EMHIDRO, 2013) (Figura N° 1).

Metodología

- Aspectos Históricos y Sociales

La presencia pasada de *S. humboldtiana* en el norte de la Patagonia argentina se basó en documentos y crónicas de personas que se desplazaron por la región por diferentes motivos y circunstancias desde finales del siglo 18.

Estas fuentes históricas brindaron información sobre *S. humboldtiana* en las cuencas de los ríos Colorado, Limay, Negro y Chubut, y algunos de sus afluentes. (Molina, 1805; de la Cruz, 1806; Villarino, 1837; Lorentz y Niederlein, 1883; Hauman, 1913; d'Orbigny, 1945; Cabrera, 1953; Roig, 1955; Moreno, 1969; Darwin, 2009).

El conocimiento sobre las características de los pobladores y las propiedades, el consumo, el abastecimiento y la procedencia de la leña y madera, y el conocimiento de la especie, se basó en una encuesta que involucró 22 preguntas organizadas en 5 categorías.

Esta encuesta fue respondida por residentes en Quili Malal (14 personas), Bajada del Agrio (9), Agrio del Medio (3), Villa del Agrio (3), Bajada del Puente (3) y Bajada Vieja (3) (n = 35) (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1
CUESTIONARIO SOCIAL Y PRODUCTIVO VINCULADO A *Salix humboldtiana*
EN LA RIBERA SUR DEL RÍO AGRIO INFERIOR

- Características del poblador
 - Cantidad de miembros del hogar
 - ¿Desde cuándo reside en la zona?
 - Actividad o empleo
- Características de la propiedad
 - Localización
 - Tamaño del lote
 - Uso o actividad del lote
- Condición de la propiedad (propia, alquilada, otra)
 - ¿Tiene ganado? ¿Cuántos animales de cada tipo de ganado?
- Demanda y abastecimiento de leña y madera
 - ¿Qué artefactos tiene para producir calor? (ej., cocina a leña)
 - ¿Qué combustible utiliza para la cocina, la calefacción, el agua caliente y el alumbrado
 - ¿Prefiere alguna especie para uso de leña?, ¿cuál?
 - ¿Utiliza *S. humboldtiana*?, ¿para qué?
- Procedencia de la madera y leña
 - Provisión del estado provincial (¿cuánto?, ¿cuándo?)
 - Recolectada (¿cuánto?, ¿dónde?, ¿distancia?)
 - Comprada (¿dónde?, ¿cuánto?, ¿cuánto dinero gastó durante este año?, ¿cuánto incide este gasto en la economía familiar?, periodicidad de compra).
- Conocimiento de *S. humboldtiana*
 - ¿Conoce a *S. humboldtiana*?, ¿lo puede identificar?
 - ¿Sabe dónde se encuentra?
 - ¿Sabe si había más *S. humboldtiana* en el pasado?
 - ¿Sabe qué uso le daban a *S. humboldtiana* en el pasado?
 - ¿Sabe si existe alguna planta que en el pasado era poco abundante o no existía y ahora es muy abundante?
 - ¿Estaría dispuesto a plantar *S. humboldtiana* en su propiedad?, ¿qué superficie?, ¿tiene agua para riego?

- **Aspectos Ecológicos y Productivos**

El clima se basó en información sobre el valor medio mensual de la precipitación total (*P*), temperatura (*T*) y la humedad relativa (*HR*) colectada entre 1999 y 2019 en la estación meteorológica Bajada del Agrío (38°27' 14,47" S y 70°5' 10,04" O, 646 msnm.) (AIC, 2020) (Figura N° 1).

El clima se clasificó de acuerdo a Köppen-Geiger (Peel *et al.*, 2007). La evapotranspiración potencial mensual (*ETp*) y el balance hídrico climático mensual (*BH*) (Thorntwaite y Matter, 1957) se determinaron de acuerdo a:

$$ETp = 16 \left(\frac{10 T}{\sum I_c} \right)^a \frac{N_s d}{1230}$$

$$BH = P_m - ETp$$

Donde:

- a = constante (= $6,75 \times 10^{-7} * (\sum I_c)^3 - 7,71 \times 10^{-5} * (\sum I_c)^2 + 0,01792 * (\sum I_c) + ,49239$)
 BH = balance hídrico climático mensual (mm)
 d = cantidad mensual de días
 ETp = evapotranspiración potencial mensual (mm)
 I_c = índice de calor mensual
 N_s = cantidad diaria máxima de sol (h)
 P_m = precipitación media mensual (mm)
 T = temperatura media mensual (°C)

Para esta estación se calculó el índice de aridez mensual de de Martonne (1926) de acuerdo a:

$$I_M = \frac{12 P}{T + 10}$$

Donde:

- I_M = índice de aridez
 P = precipitación total media mensual (mm)
 T = temperatura media mensual (°C)

Si $I_M > 40$ el clima es húmedo, $I_M = 30 - 40$ es subhúmedo, $I_M = 20 - 30$ es semiárido, $I_M = 10 - 20$ es árido, $I_M = 5 - 10$ es subdesértico y $I_M = 0 - 5$ es desértico.

Los individuos de *S. humboldtiana* fueron categorizados en juveniles (altura total $h < 1,3$ m) y adultos ($h \geq 1,3$ m). Cada árbol fue georeferenciado (GPS), y a los adultos se le midió el diámetro a la altura del pecho (*DAP*, 1,3 m del suelo) (cinta diamétrica, forcípula). Una muestra de árboles adultos se seleccionó de tal manera de involucrar todas las clases de tamaño ($n = 33$), se les midió el *DAP* (cinta diamétrica) y h (hipsómetro láser), se tomó una muestra de barreno (barreno tipo Pressler) y se le contó los anillos anuales para la determinación de la edad (e) y el crecimiento diamétrico (cd).

En el gabinete las muestras se procesaron y analizaron a través del procedimiento de Fritts (1982) (lupa 24x). La estimación poblacional de h y e se basó en la construcción de funciones de regresión de estas variables con el *DAP* (ANOVA, $p < 0,05$).

La estimación del volumen total se basó en un modelo lineal con los datos obtenidos de la cubicación de árboles en pie ($n = 25$). A estos árboles se les midió el *DAP* (forcípula), se les estimó el diámetro a diferentes alturas (ocularmente) y las alturas total, de inicio de copa y de las bifurcaciones para estimar la longitud de las trozas y el fuste (hipsómetro láser). La calidad de la estimación ocular se evaluó a través de una submuestra de los valores estimados en comparación con los valores medidos, y no se observaron diferencias significativas (prueba de t , $p = 0,922$, $n = 29$). La cubicación de la troza basal se realizó con la fórmula de Huber y de los ápices con la del cono; el resto con la fórmula de Smalian (Cailliez, 1980).

En el área de estudio se instalaron en forma sistemática 36 transectas de 50 m cada una, en forma paralela a la dirección del valle fluvial, separadas entre sí aproximadamente a 600 m. En

cada transecta se localizó un punto de muestreo cada 1 m, para determinar la frecuencia de plantas leñosas nativas y exóticas, utilizando el método del punto de intercepción ($n = 1.800$) (Kent, 2011).

La frecuencia basada en datos de incidencia presencia/ausencia permite cuantificar la abundancia de plantas que no están adaptadas a mediciones apropiadas de densidad, biomasa, uso de energía o cobertura, teniendo en cuenta las limitaciones que surgen para establecer el límite físico de cada individuo (Jost *et al.*, 2010).

Se evaluó la frecuencia de las especies leñosas jarilla macho (*Larrea cuneifolia* Cav.), jarilla hembra (*Larrea divaricata* Cav.), jarilla crespá (*Larrea nitida* Cav.), *Populus spp.* (*Salicaceae*), rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* L. *Rosaceae*), *Salix* exóticos, *S. humboldtiana*, molle blanco (*Schinus johnstonii* F.A.Barkley *Anacardiaceae*) y tamarisco (*Tamarix ramosissima* Ledeb. *Tamaricaceae*).

La relación entre la existencia y el consumo de leña se basó en información sobre el tamaño de la población de *S. humboldtiana*, la cantidad de hogares (DPEC, 2010) y el consumo de leña (encuesta) de Bajada del Agrio y Quili Malal.

La existencia de leña de *S. humboldtiana* y de las demás especies se basó en estimaciones volumétricas y en la frecuencia relativa de *S. humboldtiana* respecto del total de especies leñosas, respectivamente.

- Aspectos Tecnológicos

El poder calorífico de la madera de *S. humboldtiana* se lo comparó con el del árbol del paraíso (*Elaeagnus angustifolia*, L. *Elaeagnaceae*), el fresno blanco americano (*Fraxinus americana* L., *Oleaceae*), *S. johnstonii*, el sauce mimbre (*Salix fragilis* L.) y *T. ramosissima* presentes en el área de estudio.

Se elaboraron probetas de madera con una longitud de 20 mm de lado, se secaron en forma gradual hasta alcanzar un peso contante (estufa), de acuerdo a la norma ISO 13061-1 (ISO, 2014a), y luego se les determinó el volumen (v_o) (calibre, precisión 0,1 mm) y peso (m_o) (balanza electrónica, precisión 0,01 g). La densidad de la madera en condición seca (d_o) se estimó de acuerdo a la norma ISO 13061-2 (ISO, 2014b), según:

$$I_M = \frac{m_o}{v_o}$$

Donde:

d_o = densidad de la madera seca (g/cm^3)

m_o = peso de la probeta (g)

v_o = volumen de la probeta (cm^3)

El número de probetas se determinó para un valor medio del coeficiente de variación de $d_o = 10\%$, y los resultados se expresaron de acuerdo a la norma ISO 3129 (ISO, 2012).

El poder calorífico (pc) se estimó de acuerdo al factor de convergencia energética para leña blanda $ce = 2.900$ kcal/kg (SEN, 2020), según:

$$pc = d_o ce$$

Donde:

pc = poder calorífico (kcal/m³)

d_o = densidad de la madera seca (g/cm³)

ce = factor de convergencia energética (kcal/kg)

RESULTADOS

Presencia Histórica de *S. humboldtiana*

El explorador español Basidio Villarino (1741-1785) realizó un reconocimiento del río Negro en 1782 y 1783, y en su diario de viaje escribió: "Día 6: Al salir el sol proseguí mi viaje, y teniendo espías con la gente casi todo el día en el agua, navegué 3/4 de legua al ONO corregido, y por las vueltas del río 3 leguas. Aquí hay superior terreno en estas rinconadas, y abundante saucería en las islas... Día 24: ...hice el rumbo del NO 1/4 O corregido, 3 millas de distancia. En este intermedio y lo navegado ayer, hay mucha saucería" (Villarino, 1837).

El explorador chileno Justo Molina (1745-1817) durante la recorrida de la ribera sur del río Colorado en el viaje entre Chillán y Buenos Aires en 1804 y 1805, escribió en la actual localidad de Rincón de los Sauces: "...salí de Cubunlubu por la orilla abajo el que corre al Puelche, y camino de arena entre algunas piedras, apartándome algunas veces del río, y en este día andaría siete leguas; en todo este cajón hay madera de sauce y leña para fuego y muchas lilas que todas tienen pan" (Molina, 1805). El nombre de esta localidad se debería a la presencia de *S. humboldtiana* (Mollo y Vignolo, 2010).

El explorador chileno Luis de la Cruz (1768-1828) en la crónica del viaje entre Concepción en Chile y Buenos Aires en Argentina de 1806, a lo largo del trayecto en las actuales provincias de Neuquén y Río Negro, escribió: "Desde que bajamos a Caycaden, a una y otra parte de la senda, hemos venido dejando lomajes de tierras de las mismas calidades que en él conté. Hay muchos arbustos por todos lados de michis, chacayes, callimamines, colliguayes, quiscos, retamillas, maitenes, y algunos sauces en la orilla del estero de Caycaden...Y siguiendo por el mismo rumbo a las seis cuadras estuvimos en la ribera del poniente del río Cudileuvu, al abrigo de unos hermosos sauces... Aquí mucho más emboscada de pajas y arbustos chicos, y por ella abajo, ya separándonos del río, ya acercándonos, y en parte por terrenos limpios, y en otras con arbustos con tres y media leguas medidas, llegamos a un bajo que hay bastante saucería..." (de la Cruz, 1806).

El naturalista francés Alcide d'Orbigny (1802-1857) explora el norte de la Patagonia en 1829 y en el diario de viaje escribió: "...el río Negro se parece al río Colorado y al río Sauce, en que desde doce leguas arriba de su desembocadura, hasta muy arriba de su curso, está adornado de sauces, los únicos árboles que crecen naturalmente al sur de Buenos Aires, en todas las pampas" (d'Orbigny, 1945).

El naturalista inglés Charles Darwin (1809-1882) durante el viaje a bordo del HMS Beagle entre 1831 y 1836, en el capítulo sobre el trayecto a través del río Negro el 24 de julio 1833 redactó: "La villa es indiferentemente llamada El Carmen o Patagones. Está edificada frente a un peñón que mira al río, y muchas de las casas han sido excavadas en la arenisca. El río tiene una anchura de 200 a 300 metros y es profundo y rápido. Las numerosas islas, con sus sauces, y los

farallones salientes, vistos uno tras otro en el límite septentrional del anchuroso valle vestido de verdor, forman, a la brillante luz del sol, un conjunto casi pintoresco" (Darwin, 2009).

El naturalista argentino Francisco Moreno (1852-1919), en el relato de la expedición a la Patagonia de 1876 y 1877 señaló: "...sólo en el valle del Chubut se ven árboles como el sauce (*Salix humboldtiana*) y una especie de molle muy poco abundante... Exceptuando el sauce colorado indígena (*Salix humboldtiana*) que según D'Orbigny ha dado el nombre al río Chubut, solo uno que otro eucalipto recién plantado y algunos álamos (*Populus dilatata*) representan el adorno arbóreo de este valle..." (Moreno, 1969).

Los botánicos argentino - alemán Paul Lorentz (1835-1881) y Gustav Niederlein (1858-1924), de la Comisión Científica al río Negro de 1879, relataron: "Por primera vez durante la expedición, vimos sauces en las orillas del Sauce Chico, después en los bordes del Río Colorado y del Río Negro" (Lorentz y Niederlein, 1883).

El botánico belga Lucien Hauman (1880-1965) en la expedición al río Negro inferior de 1913 observó la escasez de *S. humboldtiana* y concluyó que, aunque sus semillas eran abundantes y se diseminan adecuadamente, se encontraba entre otras especies cultivadas en una situación de desventaja por un crecimiento más lento (Hauman, 1913).

En 1934, el Instituto Geográfico Militar identificó la región fitogeográfica de *S. humboldtiana* en la cuenca del río Negro (Cabrera, 1953). En 1950, el botánico argentino Fidel Roig (1922-2008) indicó que *S. humboldtiana* predominaba en el bosque en galería de los ríos Negro, Chubut y Limay (Roig, 1955).

Clima

El clima de Bajada del Agrio es semiárido frío (Bsk).

La temperatura media anual fue 13,8 °C (EE = 0,2) (n = 20). La temperatura media de los meses cálidos (diciembre, enero y febrero) fue 21,2 °C y de los fríos (junio, julio, agosto) 7,1 °C, que representó una diferencia de 14,2 °C.

La temperatura media anual máxima y mínima fue 21,4 °C (EE = 0,3) y 6,2 °C (EE = 0,1), respectivamente. La temperatura media mensual máxima fue 30,8 °C en enero y la mínima 0 °C en julio.

A lo largo del periodo de estudio, la temperatura media mensual máxima absoluta fue 32,7 °C (enero 2009) y la mínima absoluta fue -2,5 °C (agosto 2007), que representó una diferencia de 35,3 °C.

La diferencia entre la temperatura máxima y mínima media mensual fue 15,2 °C y varió entre 17,6 °C (febrero) y 12,0 °C (junio) (Figura N° 2A).

La precipitación total media anual fue 163,5 mm (EE = 12,3) (n = 20). La precipitación total media mensual máxima fue 27,4 mm en mayo y la mínima fue 6,8 mm en noviembre.

La precipitación total media de los meses cálidos fue 8,5 mm y de los fríos 18,9 mm. A lo largo del periodo de estudio, el coeficiente de variación medio anual de la precipitación mensual fue 112,0%.

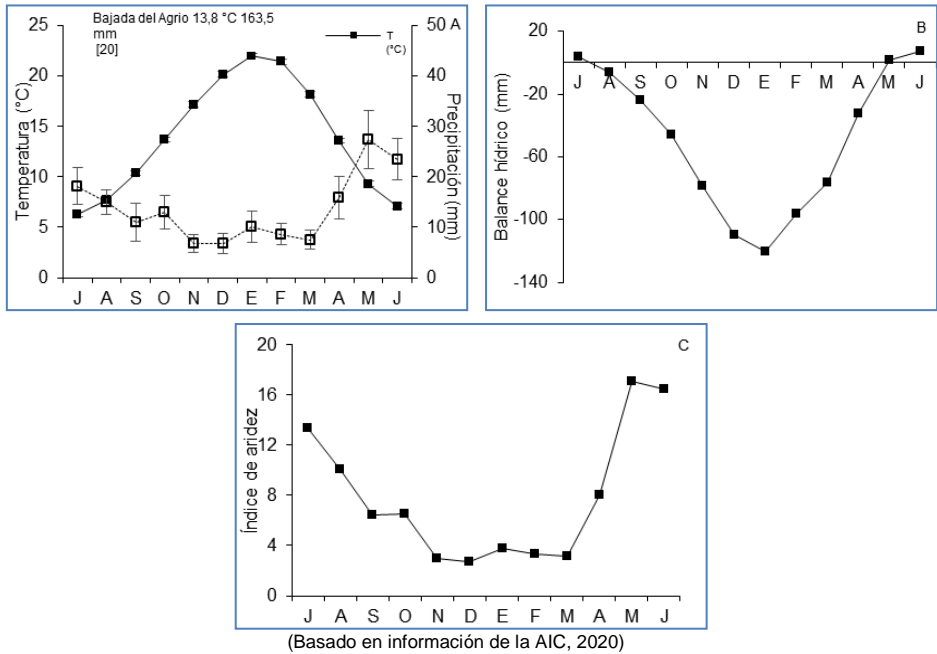


Figura N° 2
DIAGRAMA CLIMÁTICO (A), BALANCE HÍDRICO (B) E ÍNDICE DE ARIDEZ (C) DE LA ESTACIÓN
METEOROLÓGICA BAJADA DEL AGRIO

La humedad relativa media anual fue 44,7% (EE = 0,7) y varió entre 31% (diciembre) y 61% (junio). Entre agosto y mayo existió sequía relativa (Figura N° 2A).

El balance hídrico promedio fue -48,0 mm (EE = 13,5), varió entre -120,4 (enero) y 7,4 mm (junio) y el déficit hídrico se extendió entre agosto y abril (Figura N° 2B).

El índice de aridez anual fue 6,9 (clima subdesértico) y varió entre 2,7 (diciembre, desértico) y 17 (mayo, árido) (Figura N° 2C).

Estructura de la Vegetación

En la ribera sur del río Agrio inferior se relevaron 3.281 individuos de *S. humboldtiana* lo que representó una densidad de alrededor de 3,6 ind/ha (Figura N° 3). La distribución de frecuencias del diámetro se aproximó a una función exponencial negativa (Prueba de Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,05$).

El 74,9% de los árboles tenían $DAP = < 5$ cm, el 11,1% $DAP = 5 - 10$ cm, el 9,4% $DAP = 10 - 20$ cm y el 0,8% $DAP > 40$ cm (Figura N° 4A).



Figura N° 3
EJEMPLAR DE *Salix humboldtiana* EN LA MARGEN DEL RÍO AGRIO

El 75,7% de los árboles tenían $h = 2 - 3,9$ m y el 3,7% tenían $h = 12 - 13,9$ m (Figura N° 4B). La edad de los árboles se estimó a partir de la relación $DAP = 0,4642 e^{1,1542}$ ($F = 197,2$; $p < 0,05$; $R^2 = 0,864$, $n = 33$) (Figura N° 5A). De acuerdo a esta estimación, el 86,3% de los árboles tenía $e = 1 - 9,9$ años y el 1,2% $e > 40$ años (Figura N° 4C). El $cd = 0,819$ cm/año ($EE = 0,052$, $n = 33$).

La altura de los árboles se estimó a partir de la relación $h = 2,774 DAP^{0,3742}$ ($F = 123,6$; $p < 0,05$; $R^2 = 0,886$, $n = 32$) (Figura N° 5B). El volumen total de madera y leña de *S. humboldtiana* en el área de estudio se estimó en 113 m^3 , que representó $0,13 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Figura N° 5C).

En el área de estudio las especies leñosas dominantes nativas son *S. humboldtiana*, *L. nitida*, *L. divaricata*, *L. cuneifolia* y *S. johnstonii*, y las exóticas son *Populus spp.*, *R. rubiginosa*, *Salix* exóticos y *T. ramosissima*.

El 66,6% del suelo estuvo cubierto por vegetación, mientras que el suelo desnudo y las piedras involucraron el 32,7% de la superficie (Figura N° 6A).

La especie leñosa que exhibió la mayor frecuencia fue *T. ramosissima* (17,1%), mientras que la frecuencia de las especies de *Salix* exóticos, *Larrea spp.* y *S. humboldtiana* fue 7,3%, 5,0% y 0,1%, respectivamente. La frecuencia de las especies leñosas nativas y exóticas fue 6,1% y 25,8%, respectivamente (Figura N° 6B).

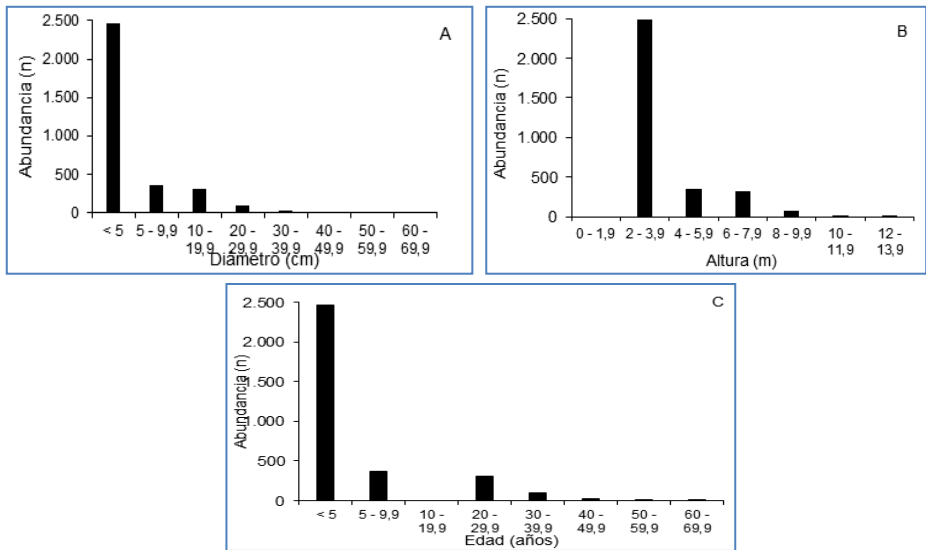


Figura N° 4
DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE DIÁMETRO (A), ALTURA (B) Y EDAD (C)
DE *Salix humboldtiana* EN LA RIBERA SUR DEL RÍO AGRIO INFERIOR.

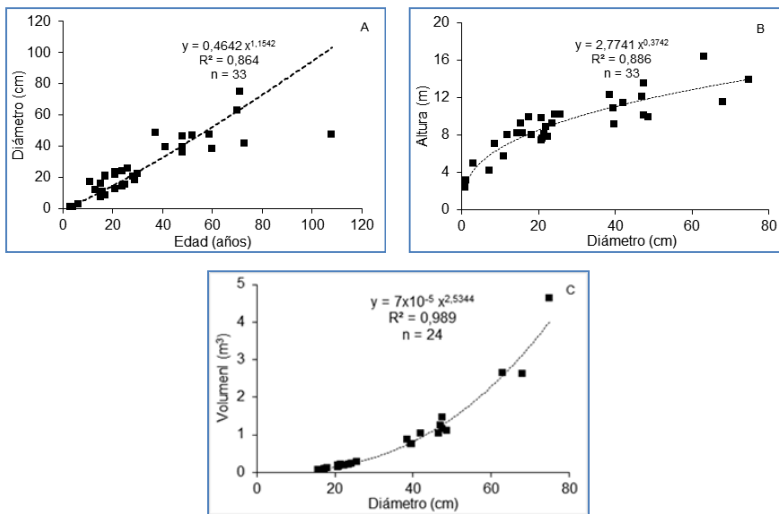
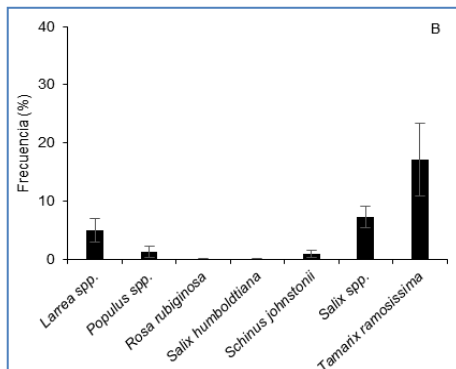
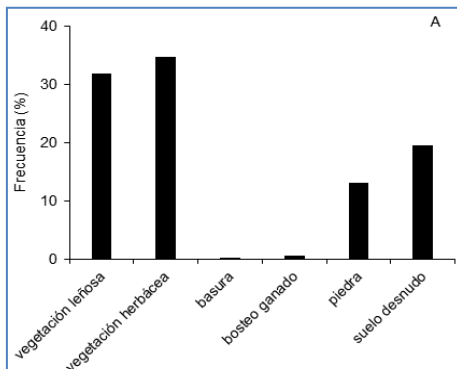


Figura N° 5
RELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO Y LA EDAD (A), ALTURA (B) Y VOLUMEN TOTAL
DE *Salix humboldtiana* (C) EN LA RIBERA SUR DEL RÍO AGRIO INFERIOR (ANOVA, P < 0,05)



Las barras verticales indican el error estándar de la media (n = 1.800)

Figura N° 6
FRECUENCIA DE COBERTURA DE SUELO (A) Y DE ESPECIES LEÑOSAS (B)
EN LA RIBERA SUR DEL RÍO AGRIO INFERIOR.

Características Sociales

Las localidades de Bajada del Agrío y Quili Malal tenían 310 hogares con un tamaño medio de 3,4 personas/hogar y de los cuales 17,4% presentaba necesidades básicas insatisfechas (DPEC, 2010) (Cuadro N° 2).

El 83% de las personas encuestadas tenían un hogar de hasta 3 miembros, el 80% residió en el área desde hace más de 40 años y ninguno lo hizo durante menos de 20 años. El 86% eran productores y empleados estatales. El 71% eran propietarios del predio o la titularidad se encontraba en proceso de sucesión, 17% tenían tenencia de la propiedad y 12% tenían boleto de compra, comodato, contrato o derecho a compra. El 74% de las propiedades eran de hasta de 5 ha y estaban dedicadas preferentemente a la producción mixta de alfalfa, frutales y hortalizas, 6% sólo a la ganadería y 3% estaba combinada con frutales. El 71% de las viviendas tenía cocina a gas y el 20% utilizaba además leña, la calefacción era a leña (86%), gas (9%) o una combinación de ambos (3%). El agua caliente se basaba en la electricidad (51%), la leña (34%) y el gas (9%). El 94% de las viviendas tenía luz eléctrica.

El consumo total de leña se estimó en 2.750 m³/año y la existencia total de leña se estimó en 32.290 m³, de los cuales el 0,35% correspondió a *S. humboldtiana*, y la relación consumo/existencia de leña se estimó en 8,5%/año (Cuadro N° 2). El consumo de leña involucró a *Salix* exóticos y *Populus* (79%), *T. ramosissima* (6%), *S. johnstonii* (6%) y *S. humboldtiana* (3%). El 62% de los encuestados no utilizó esta última especie. La leña fue provista por privados (62%) y el Estado provincial (38%).

Existen en el área de estudio postes de alambrado de *S. humboldtiana*. Los entrevistados indicaron que en el pasado se la utilizaba frecuentemente para leña, construcción, remedio y postes (Figura N° 7A). Los restos que datan de 1925 del primer edificio de la Primaria 14 de Quili Malal (38°20' S y 69°49' O) conservan los cabios del techo construidos con *S. humboldtiana* (Figura N° 7B, 7C).

El 97% de los entrevistados conocían a *S. humboldtiana*, el 74% sabían dónde se encontraba actualmente y el 60% lo plantarían en su propiedad. El 77% de los entrevistados indicaron que en el pasado *S. humboldtiana* presentaba una superficie y cantidad de individuos mayores y que la distribución de *T. ramosissima* aumentó (Figuras N° 8 y N° 9).

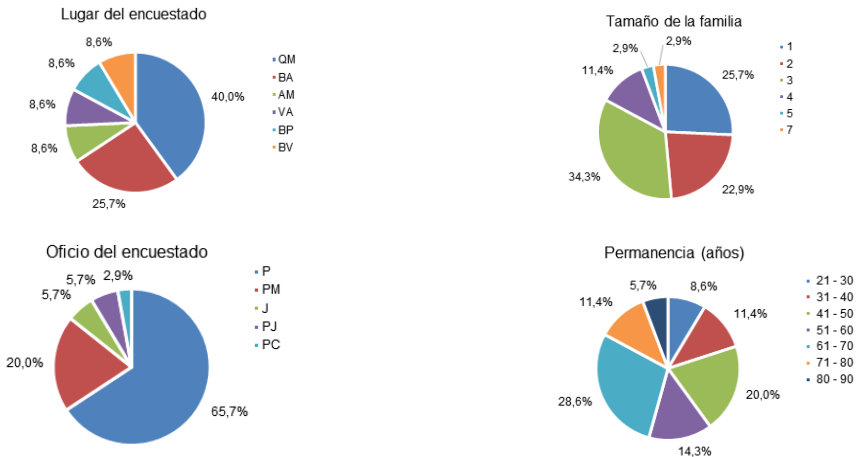
Cuadro N° 2
PARÁMETROS UTILIZADOS PARA ESTIMAR LA RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO
Y LA ABUNDANCIA DE LEÑA EN QUILI MALAL Y BAJADA DEL AGRIO

Variable	Valor	Fuente	
Tamaño de la población urbana (ind)	a	1.066	
Cantidad de hogares (n)	b	310	
Cantidad de hogares con NBI (n)	c	54	DPEC (2010)
Cantidad de hogares con NBI (%) (c/b)	d	17,4	
Tamaño del hogar (ind/hogar) (a/b)	e	3,4	
Relación me/m ³	k	0,6	Triana (2001)
Cantidad de hogares encuestados (n)	f	23	Este estudio
Cantidad de hogares encuestados (%) (f/b*100)	g	7,4	
Consumo leña encuestados (me/año)	h	340	
Consumo leña encuestados (m ³ /año) (h*k)	i	204	
Consumo leña encuestados (m ³ /hogar/año) (i/f)	j	8,9	
Frecuencia relativa de <i>S. humboldtiana</i> (%)	o	0,35	
Consumo de leña total (m ³ /año) (b*j)	l	2.750	
Existencias totales de leña (m ³) (m/o*100)	p	32.286	
Existencias de leña <i>S. humboldtiana</i> (m ³)	m	113	
Consumo / existencia de leña (%) (l/p*100)	n	8,5	

me: Metro Estéreo, NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

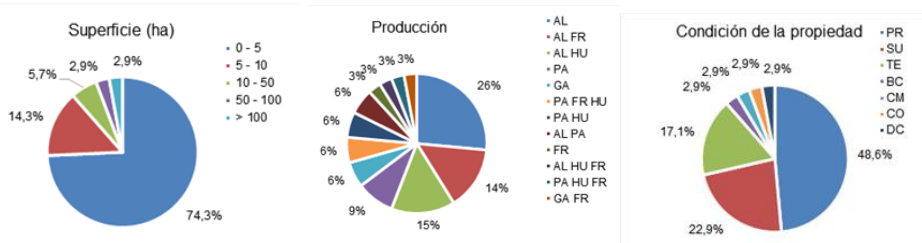


Figura N° 7
POSTE (A) Y PRIMER EDIFICIO DE LA ESCUELA PRIMARIA 14 (1925) (B) CON VIGAS DEL TECHO (C)
CONSTRUIDOS CON *Salix humboldtiana*



Características del Poblador

AM: Agrío del Medio; BA: Bajada del Agrío; QM: Quili Malal; BP: Bajada del Puente; VA: Villa del Agrío; BV: Bajada Vieja
 J: Jubilado/Pensionado; P: Productor; PM: Productor-Empleado; PJ: Productor/Jubilado; PC: Productor/Criancero



Características de la Propiedad

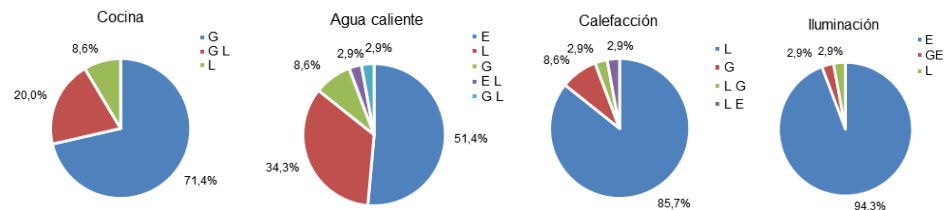
PR: Propietario; SU: Sucesión; TE: Tenencia; BC: Boleto Compra; CM: Comodato; CO: Contrato; DC: Derecho a Compra

Figura N° 8
ASPECTOS SOCIALES Y PRODUCTIVOS DE LOS POBLADORES
CARACTERÍSTICAS DEL POBLADOR Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROPIEDAD (N: 35)



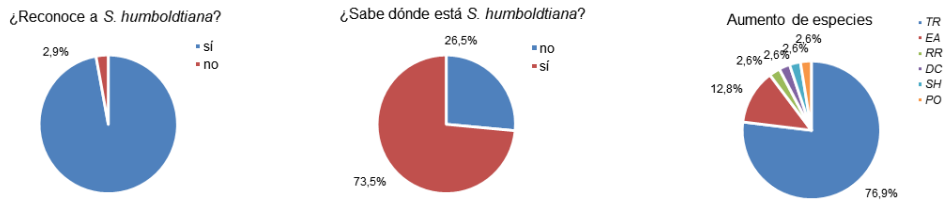
Consumo de Leña

SA: *Salix* exóticos; PO: *Populus* spp; TR: *T. ramosissima*; SJ: *S. johnstonii*; AS: *Acacia*; FR: Frutales
 OP: Proveedor Privado; EP: Estado Provincial



Utilización de Energía

G: Gas; L: Leña; E: Electricidad



Conocimiento de Especies

TR: *T. ramosissima*; EA: *E. angustifolia*; RR: *R. rubiginosa*; DC: *Discaria* spp.; SH: *S. humboldtiana*; PO: *Populus* spp.

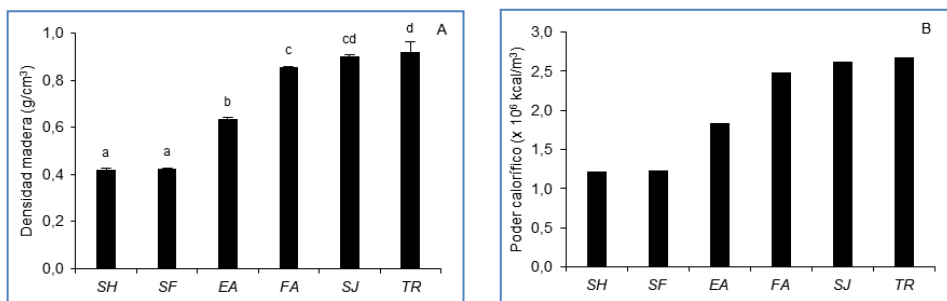


Uso Histórico y Plantación de *Salix humboldtiana*

Figura N° 9
ASPECTOS SOCIALES Y PRODUCTIVOS DE LOS POBLADORES
CONSUMO DE LEÑA, UTILIZACIÓN DE ENERGÍA, CONOCIMIENTO DE ESPECIES Y USO HISTÓRICO Y PLANTACIÓN DE *Salix humboldtiana* (N = 35).

Poder Calorífico de la Madera

La densidad de la madera difirió significativamente entre especies (ANOVA, Prueba de LSD, $F = 206,0$, $p < 0,05$, $n = 38$) y varió entre $0,420$ (*S. humboldtiana*, $EE = 0,007$, $n = 7$) y $0,922$ g/cm^3 (*T. ramosissima*, $EE = 0,041$, $n = 6$) (Figura N° 10A). El poder calorífico de la madera varió entre $1,22$ (*S. humboldtiana*) y $2,67$ $kcal/m^3$ (*T. ramosissima*). El poder calorífico de *S. humboldtiana* fue equivalente al de *S. fragilis* y representó el 45,6% del de *T. ramosissima* (Figura N° 10B).



Las barras verticales indican el error estándar de la media y las letras desiguales diferencias significativas entre especies (prueba LSD, $p < 0,05$)

Figura N° 10
DENSIDAD (A) Y PODER CALORÍFICO DE LA MADERA (B) DE *Salix humboldtiana* (SH), *Salix fragilis* (SF), *Elaeagnus angustifolia* (EA), *Fraxinus americana* (FA), *Schinus johnstonii* (SJ) Y *Tamarix ramosissima* (TR)

DISCUSIÓN

La presencia de *S. humboldtiana* en la ribera de los ríos Colorado, Limay, Neuquén, Negro y Chubut fue señalada en numerosas fuentes desde el siglo 18 (Molina, 1805; de la Cruz, 1806; Villarino, 1837; Lorentz y Niederlein, 1883; Hauman, 1913; d'Orbigny, 1945; Cabrera, 1953; Moreno, 1969; Darwin, 2009). Aunque esta información no permite saber si era un árbol de distribución continua, o por el contrario, estaba representado por grupos o individuos aislados, la sola mención indicaría que era frecuente al menos en algunas áreas de ese extenso territorio. Sin embargo, algunos cronistas pudieron haber confundido a *S. humboldtiana* con *Salix* exóticos, cuyo cultivo e hibridación es anterior a 1860 (Scaramuzzino *et al.*, 2017). Por ejemplo, el naturalista suizo Georges Claraz (1832 - 1930) durante el viaje de 1865 a la región del río Chubut indicó: "...vimos allí también un sauce (trasplantado por el hombre)" (Claraz, 2008).

En la ribera sur del río Agrio existe una escasa cantidad de árboles de *S. humboldtiana*, de los cuales más del 70% tenía un diámetro menor de 5 cm, una altura de hasta 4 m y una edad de hasta 10 años. En esta área de estudio, la población reducida y conformada básicamente por individuos jóvenes y pequeños se debería básicamente a factores asociados al clima. El clima presenta una temperatura mínima media mensual entre 0 y 1 °C y que alcanzó -2,5 °C durante algún mes invernal, temperatura máxima media entre 29 y 31 °C, escasa precipitación concentrada en invierno y que en verano no supera los 10 mm mensuales, y periodos de sequía relativa y déficit hídrico intensos que se extienden prácticamente durante todo el año.

Este clima semiárido y frío, con influencia continental y mediterránea, determinaría que la dispersión, el establecimiento y el crecimiento de *S. humboldtiana* se restrinja solo a aquellas áreas de ribera con influencia directa del curso de agua. Estas condiciones físicas impondrían restricciones al desempeño espacial y temporal de esta especie, que solo tolera heladas muy suaves y cuyo adecuado desarrollo requiere entre 20 y 40% de sombra (Belov, 2009).

Los factores antropogénicos que afectan a *S. humboldtiana* en el ambiente ripario del río Agrio son los mismos que en otras áreas de la Patagonia, aunque con menor intensidad. La invasión biológica que tendría lugar se infiere de la baja frecuencia de *S. humboldtiana* (0,1%) en comparación con la de los *Salix* exóticos y *T. ramosissima* (24,4%). En este sentido, el 77% de los pobladores encuestados refieren un aumento de la abundancia de *T. ramosissima* y una disminución de la de *S. humboldtiana*. *S. fragilis*, *Salix alba*, *Salix babylonica*, *Salix x rubens* y *Salix matsudana* que presentan altas tasas de crecimiento y colonizan vegetativamente bancos de arena y barrancas de desmoronamiento, que representarían ventajas frente a *S. humboldtiana* que depende de la existencia de sitios de establecimiento más estables (Hunziker, 1992; Shafroth *et al.*, 1994; Borodowski y Suárez, 2004; Budde *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2012; Thomas y Leyer, 2014). La invasión biológica está asociada además a un proceso irreversible de "dilución genética", debido a que los sauces exóticos se hibridan con *S. humboldtiana*, y luego estas poblaciones híbridas se vuelven a cruzar con los clones introducidos (Bozzi *et al.*, 2014).

En el área de estudio, el uso de leña se basa fundamentalmente en especies leñosas exóticas provistas por proveedores estatales y privados. La utilización de *S. humboldtiana* no es significativa, probablemente porque la abundancia es reducida y porque otras especies leñosas son más abundantes y proveen un mayor contenido energético. Sin embargo, existe un escenario caracterizado por la fragilidad y el riesgo de degradación de *S. humboldtiana*, asociado a su carácter relictual, a la amplia dependencia de los pobladores en la leña para la cocción, la calefacción y la provisión de agua caliente, la alta proporción de hogares con ingreso mínimo y la escasez general de leña.

La degradación de *S. humboldtiana* es un proceso histórico como se infiere de la opinión de los encuestados acerca del uso pasado frecuente para propósitos energéticos, constructivos y medicinales. Finalmente, el Aprovechamiento Multipropósito Chihuido I inundará las áreas de *S. humboldtiana* del área de estudio (EMHIDRO, 2013). Las represas hidroeléctricas Alicura (40° 35' S y 70° 45' O), Piedra del Águila (40°11' S y 69°59' O), El Chocón (39°16' S y 68°45' O), y Pichi Picún Leufú (40° 01' S y 69° 45,9' O) han producido cambios en el régimen de los ríos patagónicos: los escasos bancos de arena que se forman en primavera promovieron la regeneración de *S. humboldtiana* que se eliminó durante las crecidas de verano (Bozzi *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

Hasta mediados del siglo 20, *S. humboldtiana* habría sido una planta frecuente en la margen de los ríos del norte de la Patagonia argentina en general y del río Agrio en particular. Desde la época colonial, estos árboles están recurrentemente mencionados en las crónicas probablemente no solo porque eran frecuentes, sino además porque contrastaban en el inmenso paisaje natural dominado por gramíneas y arbustos, y porque ofrecían un conjunto de bienes fundamentales a los viajeros.

Sin embargo, estas referencias no permiten asumir que la población de *S. humboldtiana* era continua y extensa; la mención puede indicar no tanto la abundancia como la escasez general de árboles y de esta especie en particular.

El norte de la Patagonia representa el límite austral de la distribución natural de *S. humboldtiana*, cuyo clima árido, mediterráneo y continental restringiría su desempeño ecológico. A esta limitación, se le superpondrían los efectos negativos de la invasión biológica y la hibridación, el uso forestal no sustentable y la transformación riparia causada por la urbanización, la agricultura, la extracción de áridos y las represas hidroeléctricas. Estos factores habrían promovido una disminución poblacional de *S. humboldtiana* en los bordes de los cauces patagónicos hasta convertirla en una población relictual, cuya conservación está regionalmente amenazada.

Inequívocamente, *S. humboldtiana* está confinado a un hábitat muy restringido y fragmentado, cuyo tamaño probablemente es mucho más pequeño del que ocurrió en el pasado reciente. Esta situación justifica la inclusión de la especie al marco que brindan las leyes nacional y provincial de protección ambiental de bosques naturales. Sin embargo, el proceso de degradación actual además demanda programas de desarrollo y conservación en los cuales las dimensiones social y ecosistémica sean claves.

RECONOCIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por la Universidad Nacional del Comahue y el Proyecto de Conservación para el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de Neuquén. Se agradece a los pobladores y el al Gobierno de Bajada del Agrio y Quili Malal, y a la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas por colaborar en este estudio. A. Martínez (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), F. Hidalgo (Departamento de Desarrollo Forestal de Neuquén), L. Dezzotti (Universidad Nacional de Córdoba) y G. Beltrami asistieron durante diferentes instancias del proyecto.

REFERENCIAS

AIC, 2020. Datos meteorológicos de la estación Bajada del Agrio durante 2000-2019. Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas. Neuquén. 2 p.

Argus, G.W., 1997. Infrageneric classification of *Salix* (Salicaceae) in the New World. Systematic Botany Monographs 52: 1-121.

Barstow, M., 2018. *Salix humboldtiana*. The IUCN red list of threatened species. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-1.RLTS.T61960315A61960317.en>. Acceso agosto 2020.

Batis, A.I.; Alcocer, M.I.; Gual, M.; Sánchez, C.; Vázquez-Yanes, C., 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Instituto de Ecología, UNAM - CONABIO. 15 p.

Belov, M., 2009. *Salix humboldtiana*. Disponible en: <http://www.chileflora.com/Florachilena/FloraSpanish/HighResPages/SH0571.htm>. Acceso agosto 2020.

Bendini, M. y Alemany, C., 2004. Crianceros y chacareros en la Patagonia. Cuaderno de GESA 5. Editorial La Colmena. 220 p.

Birken, A.S. y Cooper, D.J., 2006. Processes of *Tamarix* invasion and floodplain development along the lower Green River, Utah. Ecological Applications 16(3): 1103-1120.

Boelcke, O., 1986. Plantas vasculares de la Argentina. Nativas y Exóticas. Editorial Hemisferio Sur. 75 p.

- Borodowski, E.D. y Suárez, R.O., 2004.** El cultivo de álamos y sauces: su historia en el delta del Paraná. SAGPyA Forestal 32: 5-13.
- Bozzi, J.A.; Marchelli, P. y Gallo, L., 2014.** Sauce criollo: una especie nativa amenazada en Patagonia. INTA Presencia 62: 29-33.
- Brea, M.; Zucol, A. y Mazzanti, D., 2001.** Determinación de combustibles vegetales en cueva El Abra, provincia de Buenos Aires. Actas XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina. p. 693-700.
- Brea, M.; Mazzanti, D. y Martínez, G., 2014.** Selección y uso de los recursos madereros en cazadores-recolectores de la transición Pleistoceno-Holoceno y Holoceno medio, sierras de Tandilia oriental, Argentina. Revista Museo Argentino Ciencias Naturales 16(2): 129-141.
- Budde, K.B.; Gallo, L.; Marchelli, P.; Mosner, E.; Liepelt, S.; Ziegenhagen, B y Leyer, I., 2011.** Wide spread invasion without sexual reproduction? A case study on European Willows in Patagonia, Argentina. Biological Invasions 13: 45-54.
- Cabrera, A.L., 1953.** Esquema fitogeográfico de la República Argentina. Revista del Museo de La Plata (Sección Botánica) 8(33): 88-168.
- Cailliez, F., 1980.** Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Informe FAO 22/1. 92 p.
- Casamiquela, R.M., 1985.** Bosquejo de una etnología de la provincia de Río Negro. Edición Fundación Ameghino. 135 p.
- Caso, S.L.; Neiff, J.J. y Neiff, A.P., 2010.** Ecological responses of two pioneer species to a hydrological connectivity gradient in riparian forests of the lower Paraná river. Plant Ecology 209: 167-177.
- Claraz, G., 2008.** Viaje al río Chubut: aspectos naturalísticos y etnológicos (1865-1866). Ediciones Continente. 288 p.
- Colobig, M., 2012.** Estudios paleobotánicos del sitio 1, localidad arqueológica Lobería I, Buenos Aires, Argentina: aproximación al manejo de recursos vegetales. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología 37(1): 137-158.
- Cremer, K.W., 2003.** Introduced Willows can become invasive pests in Australia. Biodiversity 4: 17-24.
- Darwin, C., 2009.** Viaje de un naturalista alrededor del mundo. Miraguano Ediciones. 464 p.
- Datri, L.A.; Maddio, R.; Faggi, A.M. y Gallo, L., 2013.** Bosques ribereños y su relación con regímenes hidrológicos en el norte patagónico. Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes 4(2): 245-259.
- DEEDI, 2020.** Weeds of Australia. Department of Employment, Economic Development and Innovation. Disponible en: https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/salix_humboldtiana_pyramidalis.htm. Acceso agosto 2020.
- de la Cruz, L., 1806.** Diario de viaje. Archivo General de la Nación, Sala IX, División Colonia, Legajo 39-5-5, Expediente N° 1, Archivo Nacional Histórico de Chile. Volumen 934.
- de Martonne, E., 1926.** Regions of interior-basin drainage. Geographical Review 17(3): 397-414.
- Di Sapio, O. y Gattuso, M., 1994.** Caracteres morfoanatómicos de diferentes cortezas de la medicina folklórica argentina. I. *Salix humboldtiana* Willd. (Salicaceae). Dominguezia 10(1): 18-26.
- d'Orbigny, A., 1945.** Viaje a la América meridional. Tomo II. Editorial Futuro. 569 p.
- DPEC, 2010.** Estadísticas de la provincia de Neuquén. Dirección Provincial de Estadística y Censos de Neuquén. Disponible en: <https://www.estadisticaneuquen.gob.ar>. Acceso agosto 2020.

EMHIDRO, 2013. Apuntes sobre el Aprovechamiento Multipropósito Chihuido I. Emprendimientos Hidroeléctricos Sociedad del Estado Provincial del Neuquén. 31 p.

Fritts, H.C., 1982. An overview of dendroclimatic techniques, procedures and prospects, En: Hughes, M.K., Kelly, P.M., Pilcher, J.R., LaMarche, V.C., (eds.). *Climate from tree rings*. Cambridge University Press. pp. 191-197.

Hauenstein, E.; Peña-Cortés, F.; González, M. y Schlatter, R., 2005. Nuevos límites para la distribución de *Salix humboldtiana* Willd., *Salicaceae*, en Chile. *Gayana Botánica* 62(1): 44-46.

Hauman, L., 1913. Étude phytogéographique de la région du Rio Negro inférieur (Republique Argentine). *Anales del Museo Nacional de Historia Natural* 24: 289-444.

Hunziker, J.H., 1992. The origin of the hybrid triploid Willows cultivated in Argentina. *Silvae Genetica* 11: 151-153.

ISO, 2012. ISO 3129: Wood sampling methods and general requirements for physical and mechanical testing of small clear wood specimens. International Organization for Standardization.

ISO, 2014a. ISO 13061-1: Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens - Part 1: Determination of moisture content for physical and mechanical tests. International Organization for Standardization.

ISO, 2014b. ISO 13061-1: Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens -Part 2: Determination of density for physical and mechanical tests. International Organization for Standardization.

Jost, L.; Chao, A. y Chazdon, R.L., 2010. Compositional similarity and β (beta) diversity. En: Magurran, A.E., McGill, B.J., (eds.). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press. p. 66-84.

Kent, M., 2011. *Vegetation description and data analysis: a practical approach*. Wiley-Blackwell. 428 p.

Kuzovkina, Y.A.; Weih, M.; Romero, M.A.; Charles, J.; Hust, S.; Mclvor, I.; Karp, A.; Trybush, S.; Labrecque, M.; Teodorescu, T.I.; Singh, N.B.; Smart, L.B. y Volk, T.A., 2008. *Salix*: botany and global horticulture. *Horticultural Reviews* 34: 447-489.

Larroulet, A.; Réstico, C.; Arbeletche, G.; Benmuyal, L. y Bejar, W., 2011. Usos no madereros de *Salix humboldtiana*. *Actas III Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina*. 9 p.

Lewis, J.P. y Franceschi, E.A., 1979. Notas sobre la dinámica de la vegetación del valle del río Paraná. *Ecosur* 6(12): 145-163.

Liotta, J., 2001. Rasgos biológicos de *Salix humboldtiana* Willd. y régimen de pulsos de inundación. *Interciencia* 26(9): 397-403.

López, V.F., 1886. *Acuerdos del extinguido Cabildo de Buenos Aires publicados bajo la dirección del Doctor Vicente F. López por encargo de la Municipalidad de la Capital*. Imprenta Pablo E. Coni e Hijos. 490 p.

Lorentz, P. y Niederlein, G., 1883. Informe oficial de la comisión científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia). II Botánica. Enumeración sistemática de las plantas colectadas durante la expedición. *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*. 178 p.

LPN, 2020. Ley 2780. Legislatura de la Provincia de Neuquén. Disponible en: <http://digesto.smandes.gov.ar>. Acceso agosto 2020.

MJDH, 2020. Ley 26331. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136125/norma.htm#:~:text=ARTICULO%201%C2%BA%20E2%80%94%20La%20presente%20ley,%C3%A9stos%20brindan%20a%20la%20sociedad>. Acceso agosto 2020.

- Moggridge, H.L. y Gurnell, A.M., 2009.** Controls on the sexual and asexual regeneration of *Salicaceae* along a highly dynamic, braided river system. *Aquatic Science* 71: 305-317.
- Molina, J., 1805.** Diario que debo formar desde la Ciudad de Sn. Bartolomé de Chillan, atravesando por las Cordilleras de Alico, hasta llegar a la Ciudad de Buenos Ayres, y desde esta de mi regreso hasta llegar a la Ciudad de la Concepción, en la que debo dar cuenta de la Comisión que el Sr. Gobernador Yntendente se digno darme para la exploración del Camino a Buenos Ayres. Sala IX, 39-5-5, Legajo 1. Archivo General de la Nación.
- Mollo, N. y Vignolo, E., 2010.** Contribuciones del diario de viaje de Justo Molina a la toponimia aborigen del norte neuquino. *Sociedades de Paisajes Áridos y Semi-Áridos* 2(3): 117-131.
- Moreno, F.P., 1969.** Viaje a la Patagonia Austral 1876-1877. Ediciones Solar Hachette. 407 p.
- Natale, E.; Gaskin, J.; Zalba, S.M.; Ceballos, M. y Reinoso, H.E., 2008** Especies del género *Tamarix* (*Tamaricaceae*) invadiendo ambientes naturales y seminaturales en Argentina. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* 43(1-2): 137-145.
- Natale, E.; Zalba, M.S.; Reinoso, H. y Damilano, G., 2012.** Assessing invasion process through pathway and vector analysis: case of Saltcedar (*Tamarix spp.*). *Management of Biological Invasions* 3: 37-44.
- Natale, E.; Reinoso, H.E.; Andreo, V. y Zalba, S.M., 2018.** Mapeo del riesgo: prioridades para prevenir el establecimiento de tamariscos invasores. *Ecología Austral* 28: 81-92.
- Oyarzábal, M.; Clavijo, J.; Oakley, L.; Biganzoli, F.; Tognetti, P.; Barberis, I.; Maturo, H.; Aragón, R.; Campanello, P.; Prado, D.; Oosterheld, M. y León, R., 2018.** Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral* 28: 40-63.
- Parolin, P.; Oliveira, A.C.; Piedade, M.T.F.; Wittmann, F. y Junk, W.J., 2002.** Pioneer trees in Amazonian floodplains: three key species form monospecific stands in different habitats. *Folia Geobotanica* 37: 225-238.
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L. y McMahon, T.A., 2007.** Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrological Earth System Science* 11: 1633-1644.
- Pereyra, F. y Bouza, P., 2019.** Soils from the Patagonian region. En: Rubio, G., Lavado, R., Pereyra, F. (eds.). *The soils of Argentina. World Soils Book Series.* Springer. p. 101-121.
- Prates, L., 2009.** El uso de recursos por los cazadores-recolectores posthispánicos de Patagonia Continental y su importancia Arqueológica. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 34: 201-229.
- Rodríguez, M., 2000.** Woody plant species used during the Archaic period in the Southern Argentine Puna. *Archaeobotany of Quebrada Seca* 3. *Journal of Archaeological Science* 27: 341-361.
- Rodríguez, R.; Matthei, O. y Quezada, M., 1983.** Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. 408 p.
- Roig, F.A., 1955.** El sauce criollo (*Salix humboldtiana* Willd.) en los ríos San Juan y Desaguadero. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 5(1): 51-56.
- Scaramuzzino, R.; Bardi, J.; D'Alfonso, C. y Villamil, C., 2017.** Dificultades en la reconstrucción de la distribución de *Salix humboldtiana* Willd. basado en fuentes documentales en el centro-sur de la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes* 7(1): 1-15.
- SEN, 2020.** Secretaría de Energía de la Nación. Disponible en: <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3622>. Acceso agosto 2020.
- Shafroth, P.B.; Scott, M.L. y Friedman, J.M., 1994.** Establishment, sex structure and breeding system of an exotic riparian Willow, *Salix x rubens*. *American Midland Naturalist* 132: 159-172.
- Thomas, L.K.; Tölle, L.; Ziegenhagen, B. y Leyer, I., 2012.** Are vegetative reproduction capacities the cause of

widespread invasion of Eurasian *Salicaceae* in Patagonian river landscapes? PLoS One 7(12): 652.

Thomas, L.K. y Leyer, I., 2014. Age structure, growth performance and composition of native and invasive *Salicaceae* in Patagonia. *Plant Ecology* 215(9): 1047-1056.

Thornthwaite, C.W. y Matter, J.R., 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. *Climatology* 10(3): 185-311.

Triana, M.A., 2001. Factor de conversión de unidades "estéreo" a m³ para cuantificar volúmenes de leña: un estudio de caso en el sur de Chile. *Colombia Forestal* 7(14): 25-32.

Villarino, B., 1837. Diario del piloto de la Real Armada, don Basilio Villarino, del reconocimiento que hizo del río Negro, en la costa oriental de Patagonia, el año de 1782. Editorial Impresiones del Estado. 131 p.

CERTIFICACION PEFC DE MIELES BAJO GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE

Rojas, Patricio⁶; Vidal, Rodrigo⁷; Molina, María Paz⁸;
Rodríguez, Francisco⁹; Espejo, Jaime¹⁰ y Gutiérrez, David¹¹.

RESUMEN

En Chile existen alrededor de 10 mil explotaciones que administran más de 454 mil colmenas, las cuales generan una variada gama de productos apícolas como parte de la cadena productiva. La producción de miel, originada principalmente en especies melíferas del bosque nativo chileno, es exportada en cerca de un 90% a los mercados de la Unión Europea y Estados Unidos, constituyéndose en el principal producto pecuario primario exportado por Chile. La diferenciación de las mieles chilenas en mercados internacionales se produce por la composición del origen botánico, su fraccionamiento, certificación y valor agregado, como también por sus propiedades alimentarias y nutraceuticas.

Durante los meses de agosto de 2019 a mayo de 2020 se desarrolló un Proyecto Piloto con el objetivo de certificar la producción de mieles con el estándar de Cadena de Custodia PEFC Chile en patrimonio de las empresas Forestal Mininco SA y Forestal Arauco SA certificadas bajo el estándar de Gestión Forestal Sostenible CERTFOR/PEFC con apicultores de las comunas de Mulchén, Huépil, Cañete y Los Álamos. Esto con el objetivo adicional de dar mayor valor agregado a una producción sostenible de mieles para su comercialización en el mercado local e internacional de los apicultores de la Región del Bio Bio y también incorporar las plantaciones de *Eucalyptus spp* como posible insumo alimentario de los apiarios, dada la magnitud de este recurso forestal del país estimada en unas 860 mil hectáreas (INFOR, 2019).

Las empresas forestales otorgaron facilidades de acceso a los apicultores, a predios definidos de manera conjunta, para el establecimiento de los apiarios en sectores con plantaciones forestales, núcleos de bosque nativo y áreas en proceso de restauración, donde las abejas no solo se alimentaron y desarrollaron prósperamente sino que aumentaron su producción de miel por hasta llegar a 40kg/colmena. La Corporación CertforChile a través de su Sistema Chileno de Gestión Forestal Sostenible CERTFOR (PEFC Chile) se comprometió a coordinar el proceso de auditoría entre el Organismo de Certificación y los Apicultores bajo el Estándar de Cadena de Custodia PEFC y producir mieles certificadas en bosques gestionados de manera sostenible y capacitar y asesorar a los apicultores en la etapa de implementación del estándar. Financió los honorarios del Organismo de Certificación el primer año de auditoría y eximirá del pago de la cuota anual por uso de las marcas PEFC Chile, por el ciclo de certificación de 5 años. Los apicultores pertenecen a la región del Bio Bio y con importante experiencia en la producción apícola se comprometieron al pago de los honorarios del Organismo de Certificación a partir del segundo año, además de cumplir con toda la documentación asociada a la implementación del Estándar de Cadena de Custodia PEFC y participar en el proceso de auditoría para certificar su producción de miel en bosques certificados CERTFOR. INFOR se comprometió a efectuar el análisis de las muestras de mieles obtenidas del Piloto, según la Norma NCh 2981 2005 para certificar su

⁶ INFOR. Sede Metropolitana. parojas@infor.cl

⁷ PEFC CHILE. rodrigo.vidal@pefc.cl

⁸ INFOR, Sede Bio Bio. mmolina@infor.cl

⁹ Forestal Mininco. francisco.rodriguez@cmpec.cl

¹⁰ Consultor. jespejoc@uc.cl

¹¹ Forestal Arauco. David.Gutierrez@arauco.com

composición botánica, mediante el análisis meliso palinológico. Seis apicultores de Mulchén, Huepil, Cañete y Los Álamos finalmente certificaron la producción de sus mieles bajo el estándar de Cadena de Custodia PEFC. En este artículo se describe todo el proceso de certificación efectuado bajo los estándares de PEFC Chile, la participación de empresas, INFOR y los apicultores del Bio Bio de la primera certificación de la miel como PFNM en Chile.

Palabras clave: Certificación PEFC de mieles, Apicultores región del Bio Bio

SUMMARY

In Chile, there are around 10 thousand farms that manage more than 454 thousand hives, which generate a varied range of bee products as part of the production chain. Honey production, originating mainly from honey species from the Chilean native forest, is exported in about 90% to the markets of the European Union and the United States, becoming the main primary livestock product exported by Chile. The differentiation of Chilean honeys in international markets is produced by the composition of the botanical origin, its fractionation, certification and added value, as well as its food and nutraceutical properties. During the months of October 2019 and April 2020, a Pilot Project was developed with the objective of certifying the production of honeys under sustainable forest management PEFC Chile in the heritage of the companies Forestal Mininco and Forestal Arauco with beekeepers from the communes of Mulchén, Huepil, Cañete and Los Álamos. This with the additional objective of giving greater added value to the production of honeys for their commercialization in the local and international market of beekeepers in the Region of Bio Bio and also incorporating the *Eucalyptus spp* plantations as food for apiaries.

Forest companies permit access facilities to beekeepers, to jointly defined properties, for the establishment of apiaries in sectors with forest plantations, nuclei of native forest and areas undergoing restoration, where bees not only fed and developed prosperously but also increased their honey production. PEFC Chile undertook to coordinate the audit process between the Certification Body and Beekeepers under the Chain of Custody Standard and to produce certified honeys from sustainably managed forests, to train and advise beekeepers at the standard implementation stage; coordinate the audit process between the Certification Body and the beekeepers. It financed the Certification Body fees the first year of the audit and will exempt the annual fee for use of the PEFC Chile brands, for the 5-year cycle.

The beekeepers paid the Certification fees for the first year of the audit and subsidized the payment of the annual fee to the PEFC Chile Corporation for use of the PEFC brand or logo for a 5-year cycle. They also promised to pay the Certification Body fees from the second year. The beekeepers belong to the Bio Bio Region, preferably selected for being part of the National Beekeeping Network and with significant experience in beekeeping production and the Official Animal Traceability Program of the SAG. The beekeepers promised to comply with all the documentation associated with the implementation of the PEFC Chile Chain of Custody Standard and to participate in the audit process to certify their honey production in certified forests. INFOR undertook to carry out in the laboratory the analysis of the honey samples obtained from the Pilot, according to Standard NCh 2981 2005 to certify their botanical composition, through melisopalynological analysis. Six beekeepers from Mulchén, Huepil, Cañete and Los Álamos certified the production of their honeys under sustainable forest management. This publication analyzes the entire certification process carried out under the PEFC Chile standards, the participation of companies, INFOR and the Bio Bio beekeepers of the first certification of honey as NWFP in Chile.

Key Words: PEFC honey certification, Bio Bio Region beekeepers.

INTRODUCCIÓN

En Chile existen alrededor de 10 mil explotaciones que administran más de 454 mil colmenas, las cuales generan una variada gama de productos apícolas en la cadena productiva, siendo la producción nacional de 7 a 11 mil toneladas por año, de la cual 70% se exporta en tambores de 300 kg. El consumo nacional corresponde al 30% de la producción.

La producción de miel, originada principalmente en especies melíferas del bosque nativo chileno, es exportada en cerca de un 90% a los mercados de la Unión Europea y Estados Unidos, constituyéndose en el principal producto pecuario primario exportado por Chile.

La diferenciación de las mieles chilenas en mercados internacionales se produce por la composición del origen botánico según la Norma Chilena NCh2981. Of2005, su fraccionamiento, certificación y valor agregado, como también de sus propiedades alimentarias y nutracéuticas. Según ODEPA las tendencias de los principales exportadores van a la comercialización de altos volúmenes de precios muy por debajo del promedio, y la consolidación de las apuestas dirigidas a mieles de alta calidad y volúmenes que permitieron altos precios unitarios. (Barrera, 2018).

Los consumidores a nivel mundial se preocupan cada vez más por la seguridad alimentaria, incluidas las posibles impurezas en la miel asiática o de las falsificaciones. Los consumidores creen que comer productos locales de miel certificada podría ser una forma de evitar riesgos para la seguridad alimentaria.

Esta seguridad está garantizada por marcas de certificación que crean confianza en los consumidores y ayudan a sus decisiones en la compra. La triangulación y falsificación de miel corresponden a los principales problemas del comercio internacional de este alimento, ya que generan mayores costos correspondientes a la verificación de la calidad y origen de las mieles.

En el caso de Hungría el consumo de miel de origen local es muy importante y prefieren comprar estos productos directa o indirectamente de los apicultores. Al respecto los consumidores están bien informados en términos de certificación de la miel. Las marcas consideran en su fraccionamiento algunas características de la miel (región de origen, marca, nombre del productor, marcas de certificación).

Existe conciencia de las marcas de certificación las cuales ayudan a las decisiones del consumidor que están informados si estas se vieron afectadas por las falsificaciones de miel (Titanilla Oravec, 2020).

INFOR participa como miembro de la Sub Comisión de Sustentabilidad y Territorio de la Comisión Apícola Nacional del Ministerio de Agricultura (INFOR-ODEPA, 2018), cuyo objetivo es fomentar el desarrollo sostenible de la apicultura y su relación con otros rubros, de forma de asegurar la sustentabilidad de la apicultura con la oferta de polen y néctar de masas boscosas.

INFOR además desarrolla un proyecto FNDR en la región del Bio Bio (INFOR, 2020) para el establecimiento de huertos melíferos, cuyo objetivo es la difusión de tecnologías silvícolas entre los apicultores para aumentar la producción y la calidad de las mieles diferenciadas¹².

PEFC Chile ha participado en el primer proceso de certificación de mieles mono florales

¹² Se entenderá por miel diferenciada aquella distinta a la miel a granel por efectos del origen botánico, su fraccionamiento y/o propiedades nutracéuticas.

de *Eucalyptus* bajo gestión forestal sostenible en Uruguay, bajo el Estándar de PEFC Uruguay y este proyecto piloto verá la factibilidad de su implementación en Chile, para certificar el primer Producto Forestal No Maderero bajo este atributo sostenible.

Existen también experiencias de la relación de apicultores y las plantaciones de *Eucalyptus* en Brasil y Sudáfrica para la producción de mieles monoflorales (Barth, 1990).

Los apicultores se han manifestado interesados en producir mieles certificadas PEFC para su comercialización como mieles diferenciadas y fraccionadas tanto en el mercado nacional como internacional. Aunque no existen registros de publicaciones en Chile sobre la producción de mieles monoflorales de *Eucalyptus* estas son mieles importantes y comercializadas en Europa y Australia (Rodríguez, M., 2014).

Las plantaciones de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*, con 588.543 y 270.076 ha, respectivamente (INFOR, 2019), representan las especies exóticas de más rápido crecimiento y mayor interés industrial para la producción de celulosa Kraft en Chile.

Este importante recurso floral y de néctar de las plantaciones constituye una potencial fuente para la producción de mieles monoflorales de *Eucalyptus* que no ha sido utilizada en el país para el fraccionamiento y diferenciación de las mieles.

En Europa, las principales áreas de producción de este tipo de miel se encuentran en Italia, España y Portugal, donde se producen mieles monoflorales de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus camaldulensis*. Fuera de Europa, grandes cantidades de miel de eucalipto se producen en Australia donde el género es nativo y donde existen más de 800 especies.

Esto ha motivado el estudio de este tipo de miel por muchos autores: algunos de ellos melisopalinológico (Ricciardelli D'Albore y Vorwohl, 1979; Louveaux y Abed, 1984) y otros relacionados con el análisis físico-químicos (Accorti, 1995); Serra Bonvehí, 1990) y recientemente autores han estudiado los flavonoides (Ciappini, 2013).

Los estudios fisicoquímicos se basan en criterios como el contenido de azúcares, la conductividad eléctrica y el análisis de pH, para complementar el análisis melisopalinológico, y actúan como los criterios principales para la caracterización de mieles monoflorales.

OBJETIVOS

Desarrollar una experiencia piloto con apicultores de las comunas de Mulchén, Huépil, Cañete y Los Álamos para establecer colmenas, tanto en plantaciones de *Eucalyptus* como en áreas de restauración ecológica de las empresas Forestal Mininco y Forestal Arauco, con el objetivo de certificar toda la cadena de trazabilidad de la producción de mieles para su certificación bajo el sistema PEFC, como mieles sostenibles producidas en bosques bajo gestión forestal sostenible CERTFOR/PEFC y obtener una certificación con alcance internacional.

Revisar la factibilidad de incorporar las plantaciones de *Eucalyptus spp* como posible insumo alimentario de los apiarios dada la magnitud de este recurso forestal del país

METODOLOGÍA

PEFC¹³ Chile. Programa para la Homologación. Sistemas de Certificación Forestal

La certificación forestal es un mecanismo de mercado cuyo objetivo es garantizar a los consumidores de productos forestales (madera, papel, paneles, otros) que dicho producto o servicio proviene de bosques cuya gestión se ha realizado bajo ciertos estándares, definidos por cada uno de los sistemas de certificación. Este proceso, cada vez con mayor intensidad, se ha transformado en un elemento diferenciador que aumenta la competitividad de los productos forestales en los mercados internacionales.

La certificación forestal consta de dos etapas, la primera es la Gestión Forestal Sostenible (GFS), que busca una gestión responsable de los bosques, bajo estrictos requerimientos de sostenibilidad y, la segunda, garantizar la trazabilidad de los productos elaborados con materias primas que provienen de estos bosques sostenibles hasta el consumidor final, denominada Cadena de Custodia (CdC). El principal objetivo de una Cadena de Custodia (CdC) es garantizar una conexión entre el ingreso del material certificado a un proceso y los productos elaborados, manteniendo el atributo "sostenible" de estos productos que provienen del bosque.

La Experiencia de Uruguay

Cada año, Forestal Oriental realiza un llamado nacional dirigido a apicultores locales para que hagan uso de las plantaciones de *Eucalyptus* para la producción de miel como producto complementario a la actividad forestal sostenible. Actualmente, 220 apicultores trabajan en plantaciones de Forestal Oriental del Uruguay. En 2017, estos apicultores tuvieron la oportunidad de participar en el comienzo de un plan piloto dirigido a aquellos interesados en certificar su producción de miel con sello PEFC. Como parte del proyecto, PEFC, un organismo europeo de certificación forestal que forma parte de una alianza global presente en 50 países incluyendo Uruguay, ha estado trabajando junto a UPM Forestal Oriental y organizaciones de regulación nacional.

La principal ventaja para el apicultor al obtener la certificación PEFC es la valorización de su producción de miel, a través del uso del logo PEFC en sus productos, reconocido en más de 70 países y el cual implica un origen forestal sostenible. Este sello permite una mayor apertura de mercado para la miel de origen forestal sostenible. "La certificación valida que se ha cumplido con todas las condiciones de trabajo y de higiene para mantener la calidad de esa miel, que es pura y no está mezclada con otras, y que en el predio donde se produce no hay presencia de productos químicos".

La certificación PEFC contempla dos aspectos fundamentales. En primer lugar, el manejo forestal de los bosques, que implica cómo se manejan estos para la producción, cuidando el medio

13

PEFC nace en Europa en el año 1999. Organización Gubernamental sin fines de lucro que se basa en el reconocimiento de sistemas nacionales de certificación y crea normas globales de gestión forestal sostenible, que sirvan como guía base para los sistemas de certificación forestal. PEFC promueve la gestión sostenible de los bosques y su industria derivada alrededor del mundo, a través de relaciones estratégicas globales, diálogos internacionales de partes interesadas y normas de certificación. Participa activamente en los espacios globales de decisión, debate y diálogo sobre el manejo sostenible de los bosques y su impacto en la sociedad y el medio ambiente a nivel mundial. PEFC en Chile está presente desde el año 2004, fecha en que se reconoce y se homologa el sistema chileno de certificación forestal (CERTFOR), hoy llamado PEFC Chile, el cual promueve localmente la certificación de GFS y CdC.

ambiente, atendiendo a la legislación y a las relaciones sociales con la comunidad y con otras empresas. En segundo lugar, la certificación de cadena de custodia que certifica los procesos y la trazabilidad de cada producto que sale de un bosque certificado. Se certifica paso a paso, desde el producto inicial hasta el producto final. Esto significa que la miel producida por estos productores apícolas será certificada como sostenible en todo su proceso, lo cual es importante no solo para su comercialización, sino también para la salud de las abejas y el cuidado del medio ambiente.

Requisitos de la Certificación PEFC para la Producción de Mieles Bajo Gestión Forestal Sostenible

- De los Apicultores

Los apicultores incluidos en este proceso de certificación fueron preferentemente con importante experiencia en la producción apícola, por lo anterior se analizó su producción anterior, si disponía de equipamiento e implementos para la instalación, manejo, cosechas (centrifugas) y producción de las mieles en forma regular.

Los apicultores seleccionados fueron parte del Programa Oficial de Trazabilidad Animal¹⁴. En el caso de un productor de Arauco se consideró la inclusión de colmenas de media alza de forma de capturar la producción de mieles de la corta temporada de la floración de *Eucalyptus* (septiembre a diciembre).

Al final de la temporada los apicultores se comprometieron a informar la cantidad de miel cosechada por colmena y por el apiario en la temporada del proyecto piloto y entregar una muestra con una de respaldo para el análisis de laboratorio. Originalmente se consideraron cinco apicultores de la provincia del Bio Bio y cinco de Arauco, pero finalmente certificaron seis.

Las ventajas de obtener la certificación de Cadena de Custodia PEFC para la miel permiten valorizar el producto, demostrar el manejo responsable de la cadena de suministros, acceso a nuevos mercados, liderazgo en temas de sustentabilidad, cumplimiento con la legislación, trazabilidad y uso del sello PEFC¹⁵.

Los apicultores se comprometieron a cumplir con toda la documentación asociada a la implementación del Estándar de Cadena de Custodia PEFC y participar en el proceso de auditoría para certificar su producción de miel en bosques certificados CERTFOR/PEFC. Además, se consideró un aspecto de gran importancia para una buena producción apícola y que tiene relación con la sanidad de las colmenas.

Antes de ingresar las colmenas a los rodales seleccionados, se recomendó hacer un muestreo aleatorio del 10% de las colmenas. El análisis sanitario de dichas muestras debía arrojar resultados cualitativos y cuantitativos de Varroasis, Nosemosis y Acariosis. En caso de resultar positiva a una o a todas las parasitosis, se tomaron acciones tendientes a resolver los problemas sanitarios detectados para asegurar una buena producción de miel.

14

Desde el 01 de enero de 2005, el SAG cuenta con el Programa Oficial de Trazabilidad Animal, de gestión pública privada, que constituye una herramienta de apoyo a los programas oficiales del SAG en ámbitos de inocuidad de productos pecuarios, sanidad animal y certificación de exportaciones, garantizando la seguridad sanitaria de los productos pecuarios nacionales.

¹⁵ <https://www.upm.uy/prensa/todas-las-noticias/2019/04/upm-impulsa-primer-experiencia-mundial-en-certificacion-apicola-con-origen-forestal-sostenible/>

Cuadro N° 1
ANTECEDENTES DE LOS APICULTORES CERTIFICADOS POR PEFC CHILE

Antecedentes personales	Arauco		Bio Bio			
	Lorenzo Flores	Marcelo Rodriguez	Sonia Mosquera	Luis Vasquez	Jonny Marquez	Andres Sanhueza
	13.808.982-7	10.966.055-8	11.017.270-2	8.698.011-8	16.498.054-5	17.076.669-5
Predio / localidad	Caramavida Seccion 2 Los Álamos	Cerro Alto Los Álamos	Huepil	Huepil	Muchen	Mulchen
Cantidad de apiarios / número de colmenas	5 apiarios 500 colmenas	1 apiarios 30 colmenas	400 colmenas	83 colmenas	250 colmenas	400 colmenas
Rendimiento (kg de miel/colmena)	27	7,1				
Mercado nacional o internacional	Nacional	Nacional	Nacional	Nacional	Nacional e internacional	Nacional
Produccion de miel granel y/o fraccionada (kg)	30% fraccionado 70% granel	82% fraccionado 8% granel	7.800	1.700	10.000	16.500
Precios / kg nacional o internacional	\$1.700 kg granel		\$ 1.900	\$ 1.800	\$ 1.700	\$ 1.650
	\$8.400 kg fraccionado	\$8.400 kg fraccionado				

- De las Empresas Forestales (Forestal Mininco SA y Forestal Arauco SA)

Las empresas forestales buscan proporcionar un refugio ecosistémico para las abejas y promover la apicultura de manera sostenible y colaborativa con las comunidades vecinas. Contribuir al mantenimiento del rubro es un aporte a la protección del patrimonio medio ambiental y social del país, así como una apuesta por repensar un futuro sostenible donde los productos melíferos y sus derivados participen más activamente de las cadenas de valor comercial y social. La Apicultura aporta con la seguridad y soberanía alimentaria, alienta el turismo rural y se posiciona como un área estratégica para la conservación de especies nativas, lo que mitiga el cambio climático. Las abejas prestan un servicio ecosistémico incalculable e imprescindible para la biodiversidad genética a través del flujo génico mediante la polinización. A su vez constituyen un patrimonio social concreto desde las diversas expresiones de desarrollo local.

Este proyecto piloto permite generar relaciones de colaboración con diversas partes interesadas que contribuyen a incrementar sosteniblemente los usos sociales, económicos y culturales del territorio donde se está trabajando. Sumado a este objetivo primordial, se crea y difunde conocimiento de manera asociativa, estableciendo mecanismos de divulgación que contribuyen a generar iniciativas similares. Desde el punto de vista ecosistémico, el proyecto hace sinergia con los esfuerzos de restauración que llevan estas empresas, mejorando sustancialmente la polinización de diversas especies nativas de los bosques colindantes que proveen de semillas a zonas en proceso de restauración.

Por este motivo, este vínculo de trabajo puede ser considerado como una mejora en la provisión de servicios ecosistémicos, asociados a la biodiversidad nativa, asegurando la sostenibilidad de los esfuerzos de restauración nacional buscando armonizar los aspectos sociales, ambientales y económicos. Para dar inicio al proyecto piloto Forestal Arauco y Forestal Mininco otorgaron facilidades de acceso a los apicultores a los predios definidos previamente. La selección de los sitios busca asegurar la alimentación natural de las colmenas (polen, néctar, agua) y su seguridad. Para mayor precisión de los lugares se adjuntan los planos de ubicación de los lugares autorizados.

Selección de los Rodales y Áreas de Restauración Ecológica

El propósito en los rodales de *Eucalyptus globulus* fue aprovechar la próxima floración de la especie (agosto a diciembre, con un *peak* de floración entre septiembre - octubre), en el caso de *Eucalyptus nitens* en la Hacienda Rucamanqui la ventana de floración corresponde entre Julio y Enero. Para el caso de *Eucalyptus viminalis* la floración ocurre entre diciembre y marzo por lo cual se establecieron colmenas hasta completar la floración. De preferencia se prospectaron rodales con mayor espaciamiento (3 x 3 metros, 1.100 árb/ha y preferentemente con yemas florales en pre-ántesis) para lo cual se hizo una prospección preliminar del avance de la floración en todos los sitios). El rodal debía ser mayor a 8 años, en edad reproductiva y con gran producción de flores (se pudo estimar con la producción de botones o yemas florales, en pre ántesis). Debido a que la floración es menor al interior del rodal, las colmenas se establecieron en los bordes de la plantación, de forma que las abejas podían pecorear los árboles orilleros que son los que tienen mayor floración.

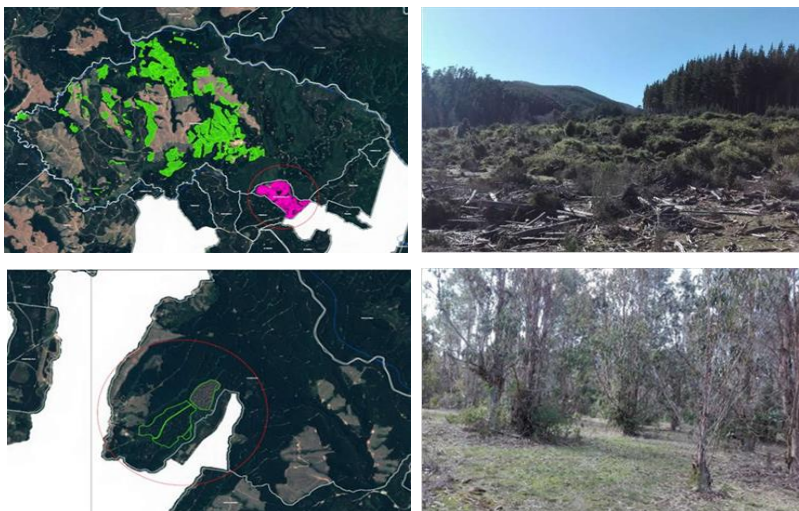


Figura N° 1
ÁREA DE RESTAURACION ECOLÓGICA LOS CORRALES (ARRIBA)
HUERTO SEMILLERO CLONAL DE *Eucalyptus globulus*. CERRO ALTO (ABAJO). FORESTAL
ARAUCO

En el caso del Huerto Semillero Clonal de Cerro Alto, debido al amplio espaciamiento del rodal fue posible establecer las colmenas al centro de la plantación. Para este efecto, en cada predio cada apicultor estableció 30 colmenas en las plantaciones cercanas a su predio y también se incluyeron otras 30 colmenas como control de actividad normal de productor para comparar al final de la temporada la composición de las mieles y la cantidad de miel producida por colmena y con apiario. El eucalipto se clasifica en el grupo de las especies que contribuyen al crecimiento y desarrollo de las colmenas, pues su floración se produce a comienzos de primavera (septiembre-octubre). Para hacer coincidir el *peak* de la floración del eucalipto con el *peak* de máximo desarrollo de la colmena, en términos de población de abejas, se proporcionó alimentación de estímulo a las colmenas al menos 40 días (6 semanas) antes de la máxima floración, esto con la finalidad de tener la mayor cantidad posible de abejas pecoreadoras que permitan la generación de excedentes en cuanto a la producción de miel. Dicha alimentación de estímulo corresponde a jarabe de fructosa 1:1 complementado con 5 ml de vitamina líquida por litro de jarabe.

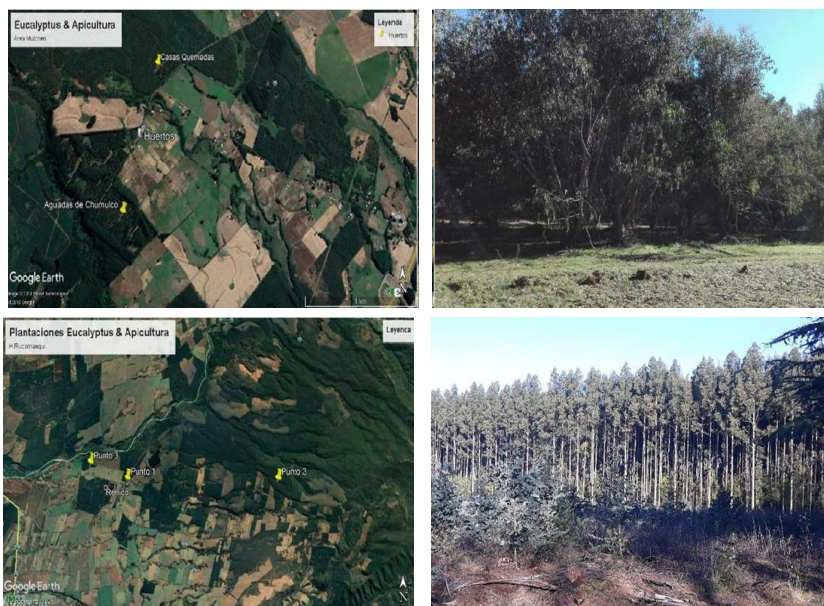


Figura N° 2
HUERTO SEMILLERO CLONAL DE *Eucalyptus globulus*. CHUMULCO (ARRIBA)
PLANTACIONES DE *Eucalyptus nitens* EN HACIENDA RUCAMANQUI. FORESTAL MININCO (ABAJO).

Rol de PEFC Chile

Coordinar el proceso de certificación de los apicultores bajo el Estándar de Cadena de Custodia PEFC para producir mieles certificadas de bosques gestionados en forma sostenible.

Capacitar y asesorar a los apicultores en la etapa de implementación del Estándar.

Coordinar el proceso de auditoría entre el Organismo de Certificación y los apicultores.

Costear los honorarios del Organismo de Certificación el primer año de auditoría.

Eximir del pago de la primera cuota anual a la Corporación CertforChile por uso de la marca PEFC, por un ciclo de 5 años.

Rol de INFOR

Compromiso de efectuar en laboratorio el análisis de las muestras de mieles obtenidas del Piloto, según la Norma NCh 2981 2005 para certificar su composición botánica, mediante el análisis melisopalinológico. Estos análisis serán financiados por INFOR a través de su proyecto de Flora Melífera (FNDR del Bio Bio)

PROCESO DE CERTIFICACIÓN

- **Reuniones Informativas:** Se realizaron diferentes reuniones informativas con los apicultores, en ellas se les entregó información básica del proyecto, de la forma de trabajo y requisitos necesarios para poder participar en él. Estas reuniones se realizaron con los grupos antes mencionados y contaron con la presencia de representantes de las empresas participantes (Forestal Arauco SA y Forestal Mininco SA), INFOR y PEFC Chile.
- **Diagnóstico:** El proceso de diagnóstico se realizó en forma individual con cada uno de los apicultores en sus respectivas instalaciones, en esta etapa se evaluó la forma de trabajo y se establecieron las brechas y plan de trabajo para cumplir con los requisitos para lograr el objetivo de certificarse bajo el Estándar de CdC PEFC. Para realizar el diagnóstico se utilizó una "Matriz de Diagnóstico del Estándar de CdC PEFC" la cual consiste en evaluar el cumplimiento de cada uno de los requisitos de la norma, considerando la documentación que les permite cómo cumplir con estos requisitos, y de ser necesario, las medidas o acciones se deben realizar para su cumplimiento.
- **Implementación de la documentación:** En las instalaciones de los apicultores se realizaron diferentes reuniones, para establecer en detalle los procesos asociados a la producción de miel y de certificación de CdC. En este contexto, cada uno de los apicultores (con el apoyo de PEFC Chile) elaboró un "Manual de CdC", el que consiste en un documento general, donde se describe su forma de trabajo y cómo se dará cumplimiento a cada uno de los requisitos del estándar, considerando los temas principales.
- **Descripción del proceso trazable:** Consiste en describir la forma en que los apicultores demuestran que mantienen el control de todos sus materiales y productos de modo que sus productos certificados no se mezclen con productos sin certificación, entre otros puntos está la identificación de sus apiarios y el lugar de instalación de estos, de modo de demostrar que se encuentran en patrimonios certificados con GFS CERTFOR/PEFC, y que los productos obtenidos de estos no se mezclan con el producto de otros apiarios que no se encuentran dentro de patrimonios certificados.

- **Definición de Responsabilidades:** En este punto se identifica quien asumirá la responsabilidad del control de materiales y los compromisos que se adquieren con la administración del proceso de certificación.
- **Venta de productos certificados:** Se describe las obligaciones que deben asumir los apicultores al momento de vender sus productos certificados, esto corresponde a la entrega de facturas u otros documentos de venta que incluirán la declaración formal de CdC y sus respectivos códigos de CdC.
- **Capacitación:** De modo de que los participantes obtuvieran mayor información y conocimientos del estándar de CdC PEFC se realizaron cursos de capacitación donde se incorporaron los requisitos del Estándar de CdC PEFC y la forma en que los apicultores deben cumplir. Al completar el curso los participantes obtuvieron un diploma de Auditor Interno de CdC PEFC, siendo este un registro y comprobante de los conocimientos adquiridos a través de capacitación.
- **Tercerización:** Algunos apicultores realizan parte de sus procesos en dependencias de externos, estos procesos son principalmente extracción y fraccionamiento. Dado lo anterior, se realizaron visitas a los procesos de tercerización y se entregaron las medidas que deben realizar para poder cumplir con el proceso de certificación. Estas medidas fueron no mezclar productos certificados PEFC con productos sin certificación, no tener mano de obra infantil y permitir el acceso para posibles auditorías internas y/o externas. Para oficializar este compromiso los representantes de estas salas firmaron una Auto declaración de Prestadores de Servicios.
- **Auditoría Interna:** Los apicultores (con el apoyo de PEFC Chile) realizaron sus auditorías internas, las que consisten en evaluar el estado de cumplimiento de sus procesos con respecto al Estándar de CdC PEFC, de modo de detectar posibles hallazgos y corregirlos previo a la auditoría externa.
- **Documentación asociada:** Como parte del proceso de implementación se utilizaron y complementaron documentos o registros utilizados por los apicultores, listados a continuación:
 - o Registro de inscripción en el sistema de información pecuaria (SIPEC).
 - o Registro de inscripción en registro de apicultores de miel de exportación (RAMEX).
 - o Registro producción primaria de miel.
 - o Registro sala de extracción.
 - o Registro resolución exenta sala de fraccionamiento del SEREMI de salud.
 - o Facturas de venta.
 - o Formulario de Registro de Apicultores y Declaración de Apiarios (F-PP-TZ-006)
 - o Registro de Ingreso y Uso de Medicamentos de Uso Veterinario en Apiarios RAMEX



Figura N° 3
PROCESO DE CERTIFICACIÓN PEFC CHILE. CHARLA INFORMATIVA
ESTABLECIMIENTO DE COLMENAS Y AUDITORÍA DE CADENA DE CUSTODIA

ANÁLISIS MELISOPALINOLÓGICO DE LAS MIELES

Las mieles producidas bajo la norma de certificación fueron enviadas al laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile y analizadas bajo la norma Oficial NCh 2981.Of 2005 (Montenegro, 2008). Este análisis permite la exportación de las mieles con certificado de origen botánico y geográfico, evidenciando, al mismo tiempo, la variedad de la flora nativa utilizada por las abejas (Ramírez y Montenegro, 2004, 2000; Montenegro, 2003; Avila, 1993).

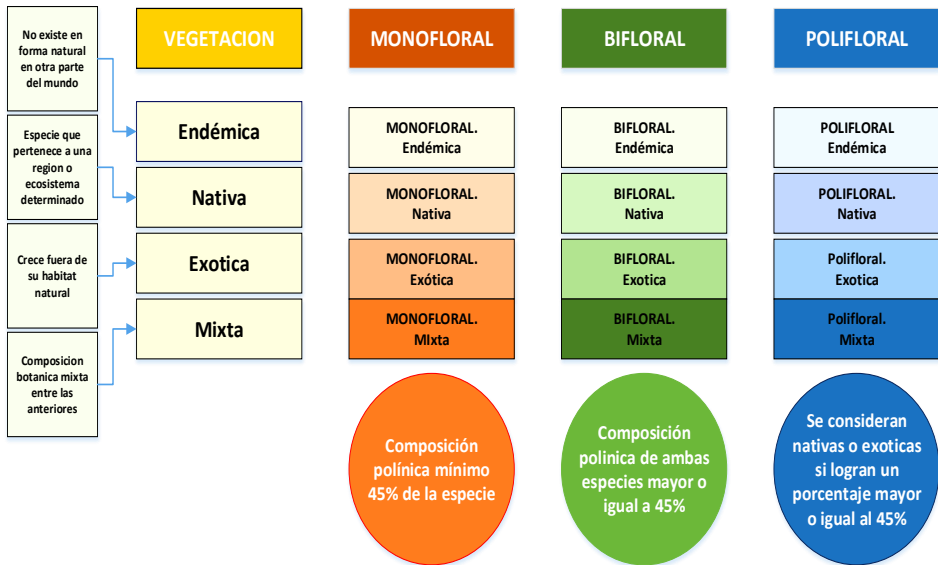


Figura N° 4
NORMA CHILENA OFICIAL NCh 2981 OF 2005
CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA DE LAS MIELES POR ANÁLISIS MELISOPALINOLÓGICO

Esta norma permite la clasificación del origen botánico de las mieles según la flora acompañante de las colmenas en cuatro tipos: endémica, nativa, exótica y mixta. Esto es posible en cuanto a la morfología de los granos de polen que es única para cada especie y permite su identificación y cuantificación en laboratorio.

Cuadro N° 2
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MELISOPALINOLÓGICOS

Apicultor. Código Muestra	Arauco		Bio Bio			
	Lorenzo Flores	Marcelo Rodríguez	Sonia Mosquera	Luis Vásquez	Jonny Marquez	Andres Sanhueza
	M2023	M2024	M2025	M2022	M2026	M2021
Ubicación colmenas	Caramavida Sección 2/ Los Álamos	Cerro Alto Los Álamos	Huepil	Huepil	Mulchen	Mulchen
Origen botánico	Monofloral Tineo	Polifloral exótica	Polifloral	Polifloral	Polifloral	Polifloral
Granos polínicos de <i>Eucalyptus</i> (%)	10,316	29,784	21,987	9,453	19,548	16,358

La norma permite también diferenciar las mieles monoflorales, biflorales y poliflorales en cuanto a la fracción polínica obtenida, de esta forma las mieles con una fracción polínica de una especie superior al 45% son clasificadas como monoflorales, biflorales cuando la composición de ambas especies es mayor o igual al 45%, o mezclas en diferentes proporciones como poliflorales, en este caso se consideran nativas o exóticas si logran un porcentaje superior al 45%. Los resultados obtenidos con las mieles de los apicultores fueron 1 monofloral de tineo en el área de restauración y 5 poliflorales en aquellas colmenas establecidas en plantaciones de eucaliptos, con distinta participación de fracción polínica de la especie, pero siempre presentes en rangos de 10 a 30%.

CONCLUSIONES

Todas las mieles muestreadas tuvieron un componente de *Eucalyptus* (hasta un 33,4% en la muestra M2024), pero no se produjeron mieles monoflorales (>45% de los granos polínicos).

Todas las mieles muestreadas tuvieron un componente de alfalfa chilota, con una miel monofloral (67,3%% en la muestra M2022).

En las áreas de restauración se obtuvo una miel monofloral de tineo (muestra M2023) con un 51,2% de granos polínicos de la especie.

Los apicultores cumplieron con el programa Oficial de Trazabilidad Animal, la Cadena de Custodia (trazabilidad del proceso de producción de mieles) de la norma de PEFC Chile y la auditoría para su aprobación. Para la determinación del origen botánico sus mieles

fueron analizadas bajo la Norma Chilena Oficial NCh 2981.Of 2005 en los laboratorios de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile.

El proceso de certificación PEFC Chile permite asegurar a los consumidores una miel original, sin riesgo de falsificación, aumentar la producción de sus colmenas y mejores sus precios en el mercado nacional e internacional asegurando que su producción se genera en bosques bajo manejo forestal sustentable, protegiendo la naturaleza y proporcionando un refugio sistémico de las colmenas.

Primer sello nacional PEFC de producción apícola con origen forestal sostenible.

REFERENCIAS

Accorti, M. 1995. Characterization of unifloral honey. *Apidologie*, 453-465.

Avila, 1993. La flora nativa sustentadora de colmenas de *Apis mellifera* en Pichidangui, cuarta region de Chile. *Ciencia e Investigacion Agraria*. v. 20(3) p. 119-125., 20(3) p. 119-125.

Barth, O. M., 1990. Pollen in Monofloral Honeys from Brazil. *Journal of Apicultural Research* , Vol (29) 89-94.

Barrera, D., 2018. Apicultura Chilena: Actualización de Mercado y Estadísticas Sectoriales. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.

Ciappini, M. 2013. El color como indicador de flavonoides en la miel. *Revista Ciencia Tecnologia*, 59-63.

INFOR, 2019. El Sector Forestal Chileno 2019. Instituto Forestal, Chile, p 48

INFOR, 2020. INFOR apoya al sector apícola con plantación de 100 huertos melíferos en Bio Bio y Ñuble. En: <https://www.infor.cl/index.php/noticias/554-infor-apoya-al-sector-apicola-con-plantacion-de-100-huertos-meliferos-en-biobio-y-nuble>

INFOR-ODEPA, 2018. Subcomisión Sustentabilidad y Territorio Comisión Nacional de Apicultura.

Louveaux, J. y Abed, L., 1984. Les Miels D'Afrique du NORD el leur Spectre Pollinique. *Apidologie*, Springer Verlag, 15 (2), pp.145-170. fhal-00890621f

Montenegro, G. 2003. ORIGEN BOTANICO Y PROPIEDADES QUIMICAS DE LAS MIELES DE LAREGION MEDITERRANEAARIDADE CHIL. *CIENCIAE INVESTIGACION AGRARIA*, 162-173.

Montenegro, Gloria, 2008. Application of the Chilean Official Standard to Designate the Botanical Origins of Honey for the Characterization of the Apicultural Production. *Ciencia e investigación Agraria*, 35(2): 181-190.

Ricciardelli d'Albore, G., y Vorwohl, G., 1979. Tipos de Miel Monofloral de la Región del Mediterráneo, verificados mediante análisis microscópicos de la miel [plantas melíferas. *Ciencia y Abejas (Argentina)*, v. 5(20) p. 5-6..

Rodríguez, M., 2014. Characterization of *Eucalyptus globulus* Honeys Produced in the Eurosiberian Area of the Iberian Peninsula. *International Journal of Food Properties*, 17:2177–2191.

Serra Bonvehi, J., 1990. Physico-chemical Properties. Composition and Pollen Spectrum of *Eucalyptus* Honey Produced in Spain. *Anales de Bromatología*, 41(1) 41-56.

Titanilla Oravec, L. M., 2020. Consumers Preferences for Locally Produced Honey in Hungary. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 407-416.

RESUMEN

Lejos están ya los tiempos en que los bosques eran vistos solo como productores de madera y celulosa, hoy son reconocidos en sus múltiples funciones económicas, sociales y ambientales, generando productos madereros, productos no madereros y una variedad de servicios ambientales relacionados con la flora, la fauna, el aire, el agua, los suelos, el paisaje, la mitigación del cambio climático global y otros.

Los bosques representan el entorno de gran parte del mundo rural y le proporcionan a sus pobladores una cantidad y variedad de Productos Forestales No Madereros (PFNM), que representan recursos alimenticios e insumos para diversos productos que esta población rural puede utilizar en forma ambiental y económicamente sostenible, para su propio beneficio o comercializar para un mejoramiento en sus condiciones de vida y sustento.

El Instituto Forestal (INFOR) está desarrollando desde hace más de 20 años diversas investigaciones en torno a los PFNM, con una especial orientación a su desarrollo y uso sustentable en beneficio de las comunidades rurales, e importantes avances se han logrado en materia de su conocimiento, su manejo y su comercialización, información que permanentemente se está transfiriendo a pequeños propietarios y a persona vinculadas con la recolección, uso y comercialización de este tipo de productos que ofrecen los ecosistema forestales.

El presente documento hace una breve reseña de los PFNM y el trabajo de INFOR en la materia, e incorpora al final una declaración surgida de la última Jornada Anual de Trabajo del equipo técnico institucional en el tema.

Palabras clave: PFNM, Pequeños propietarios rurales, Ecosistemas forestales.

SUMMARY

Gone are the times when forests were seen only as producers of wood and cellulose, today they are recognized in their multiple economic, social and environmental functions, generating wood products, non-wood products and a variety of environmental services related to flora, fauna, air, water, soils, landscape, mitigation of global climate change and others.

Forests represent the environment of a large part of the rural world and provide their inhabitants with a quantity and variety of Non-Wood Forest Products (NWFP), which represent food resources and inputs for various products that this rural population can use in a sustainable environmental and economic way, for their own benefit or commercialize for an improvement in their living conditions and livelihoods.

The Forestry Institute (INFOR) has been developing for more than 20 years research on NWFP, with a special orientation to their development and sustainable use for the benefit of rural

communities, and important advances have been made in terms of their knowledge, its management and its commercialization, information that is permanently being transferred to small owners and to people related to the collection, use and commercialization of this type of products offered by forest ecosystems. This document makes a brief review of NWFP and INFOR's work on the matter, and includes at the end a statement that emerged from the last Annual Work Day of the institutional technical team on the subject.

Key Words: NWFP, Small rural owners, Forest Ecosystems.

INTRODUCCIÓN

Los Productos Forestales No Madereros (PFNM), son definidos como bienes de origen biológico, distintos de la madera, derivados del bosque, de otras áreas forestales y de los árboles fuera de los bosques (FAO, 2003). En los últimos años las organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y grupos científicos, han promovido la utilización de los PFNM, como un elemento determinante en la disminución de la pobreza y el manejo sostenible de los ecosistemas (Martínez, 2005).

El equipo que conforma la línea de investigación PFNM del Instituto Forestal (INFOR) ha mantenido un trabajo constante por más de 20 años en el tema. En el país, el equipo ha sido pionero en impulsar investigaciones y programas de transferencia asociadas al rubro de PFNM, lo que ha permitido a los profesionales de INFOR conocer de primera fuente el funcionamiento y la dinámica que ha experimentado este rubro a lo largo del tiempo y ser un actor protagónico de este cambio. La posibilidad de mantener una presencia nacional de profesionales desde la región de Coquimbo hasta la región de Aysén, ha facilitado conocer las brechas productivas del rubro que se generan en los territorios a lo largo de Chile.

El grupo objetivo primario que apoya la línea de PFNM está constituido por habitantes rurales, agricultores y comunidades indígenas que tienen como actividad económica principal o parcial la recolección, procesamiento y comercialización de PFNM. Se estima que a nivel nacional existen alrededor de 200 mil recolectores entre las regiones de Valparaíso y Aysén.

Para lograr influir indirectamente en la mayor cantidad de público objetivo, la estrategia de transferencia utilizada es de segundo piso, es decir, transferir los conocimientos a profesionales de otras instituciones públicas con equipos desplegados en el territorio que puedan traspasar el conocimiento al público objetivo primario. De esta forma, se hace más eficiente el traspaso de información y la adopción del conocimiento para ser aplicado en el territorio.

El objetivo del presente trabajo es visibilizar la línea de PFNM de INFOR y la presentación de la declaración Chiloé que fue realizada en el marco de la Jornada Anual de trabajo de esta línea de investigación realizada en la ciudad de Castro, Isla de Chiloé, región de Los Lagos, en el año 2019.

MISIÓN Y OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LA LÍNEA DE PFNM

Contribuir al desarrollo sostenible de las personas y los recursos naturales vinculados a la recolección, procesamiento y comercialización de Productos Forestales No Madereros (PFNM) que proveen los ecosistemas boscosos y formaciones xerófitas del país, mediante la generación y transferencia de información, conocimiento y nuevas tecnologías que generen ganancia en valor.

El cumplimiento de la misión y el quehacer técnico de la línea se orienta dentro de los siguientes objetivos estratégicos:

- Generar conocimiento científico y tecnológico en silvicultura, manejo, procesamiento y comercialización de PFNM, con énfasis en manejo sostenible del recurso y generación de valor agregado.
- Proporcionar bienes públicos a través de la generación de información de existencia, productos y negocios vinculados al rubro de los PFNM, con la finalidad de perfeccionar los mercados y propiciar acciones de fomento y regulación.
- Generar acciones y mecanismos de transferencia tecnológica que permita la asimilación y adopción de información, conocimiento y nuevas tecnologías en todos los agentes involucrados en el uso sostenible de los PFNM.



Figura N° 1
ALGUNOS PFNM DE CHILE
HONGO DIGUEÑE, ROSA MOSQUETA, MUSGO SPHAGNUM Y HONGO MORCHELLA

PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN DE MEDIANO PLAZO

Entre las brechas que presenta el rubro, está la falta de información actualizada y disponible del estado del arte en la materia, de las diferentes cadenas de valor, de los mercados y de las estadísticas que hagan dinamizar la economía y permitan la toma de decisiones para el desarrollo de nuevos proyectos, programas y políticas públicas.

Otro factor donde la investigación es clave en este rubro, es la generación de conocimiento científico y tecnológico sobre silvicultura, manejo, rescate patrimonial y utilización de PFNM por pueblos originarios, y sobre procesamiento y comercialización de PFNM asociados a los distintos ecosistemas forestales del país.

De esta forma se generan insumos técnicos para la aplicación de la Ley de Bosque Nativo bajo un enfoque no maderero.

Con la necesidad de resolver en el mediano plazo estas brechas, la línea de PFNM desarrolla tres programas que se orientan a contribuir a la solución de estos problemas:

- Programa de Escalamiento Tecnológico y Comercial de PFNM
- Programa de Investigación Silvícola y Tecnológica en PFNM
- Programa de PFNM Vinculado a Pueblos Originarios

En general los tres programas están contribuyendo permanentemente a disminuir las brechas detectadas y al desarrollo sostenible de las personas y los bienes vinculados a la recolección, procesamiento y comercialización de los PFNM que proveen los ecosistemas boscosos del país, mediante la generación y transferencia de información, conocimiento y nuevas tecnologías que generen agregación de valor.

Programa de Escalamiento Tecnológico y Comercial de PFNM

Este programa tiene como objetivo recopilar, analizar y sistematizar información económica, social y ambiental del rubro de los PFNM en Chile, identificando tendencias, estrategias e impactos sectoriales, como insumos para el desarrollo de nuevos proyectos, programas y políticas públicas.

Este programa se encarga de actualizar el estado del arte del desarrollo de los PFNM que proveen los recursos forestales en Chile.

A partir del levantamiento de información de fuentes primarias y secundarias, se caracteriza la cadena de valor de los productos de mayor relevancia en términos económicos y sociales, evaluando tendencias e impacto en los mercados nacionales e internacionales.

Los resultados obtenidos se sistematizan en informes técnicos para fines de difusión y transferencia tecnológica en mesas de trabajo regionales, portales tecnológicos y talleres, seminarios y congresos de carácter nacional e internacional.



(Fotografía: Gerardo Valdebenito)

Figura N° 2
CAPACITACION DE RECOLECTORES DE LA REGIÓN DEL BIO BIO

Programa de Investigación Silvícola y Tecnológica en PFM

El objetivo de este programa es generar nuevos conocimientos que permitan incrementar el valor económico de los PFM asociados a ecosistemas boscosos y formaciones xerofíticas, en un marco de sostenibilidad social y ambiental.

Este programa es de carácter nacional, en la zona centro norte focaliza su accionar en investigación y desarrollo de especies forestales con valor no maderero en la dimensión química y nutricional, propiciando la selección de individuos superiores y la domesticación como estrategia de generación de materias primas de calidad.

En la zona centro sur se trabaja en la generación, mantención y resguardo de un banco de germoplasma de hongos comestibles *ex situ*, bajo la modalidad de tejido *in vitro*, para la inoculación de plantas con fines forestales y producción de hongos comestibles.

Por último, en la zona austral se realiza investigación silvícola y tecnológica de *berries* nativos de interés comercial para Chile, poniendo énfasis en la domesticación de especies con propiedades químicas superiores para incrementar su valor económico y comercial.

En paralelo a través de proyectos de fondos concursables, se trabaja en propuestas de manejo silvícola para la producción no maderera.

Los contenidos y resultados generados por el programa se materializan en informes técnicos anuales, con la finalidad de transferir dichos conocimientos.



(Fotografías: Marco Hormazabal; Jaime Salinas).

Figura N° 3
ENSAYO DE BOLDO (VALPARAISO). ENSAYO DE PROPAGACIÓN DE MAQUI (COYHAIQUE)

Programa de PFFM Vinculados a Pueblos Originarios

El objetivo de este programa es investigar sobre el estado del arte y las especies proveedoras de PFFM de importancia para pueblos indígenas a nivel nacional, considerando los tres ámbitos de la sustentabilidad y metodologías participativas que involucran a los recolectores.

Este programa genera el estado del arte de PFFM vinculados a pueblos indígenas que se consideran importantes, ya sea por sus beneficios en la sociedad chilena como por su estado de conservación en las distintas formaciones vegetales que forman los ecosistemas nativos donde se distribuyen las especies analizadas.

Se registra información a lo largo de Chile y se genera un registro nacional de recolectores de PFFM, se levanta una plataforma cartográfica que permitirá visualizar la distribución de los PFFM utilizados actualmente, se analizarán los aspectos de recolección y manejo de los PFFM para hacer aportes a una silvicultura con objetivo no maderero y se harán propuestas para el procesamiento de los PFFM y sus posibilidades de desarrollo comercial.

Desde el presente año se generará un boletín digital denominado “Boletín de PFFM Vinculados a Pueblos Originarios”, orientado en el mediano plazo al trabajo de diferentes categorías de PFFM, iniciando con fibras vegetales, hongos comestibles, plantas medicinales, tintes naturales y frutos comestibles.

Esta información es compartida en los territorios indígenas a través de Trawün (Conversatorios).



(Fotografías: Juana Palma).

Figura N° 4
HOJAS, TALLOS Y CESTERÍA DE PIL-PIL VOQUI (*Boquila trifoliolata*)

DECLARACIÓN CHILOÉ

A fines de 2019 esta línea de investigación de INFOR desarrolló su Jornada Anual de Trabajo en la ciudad de Castro, Isla de Chiloé, región de Los Lagos, y entre sus resultados se preparó la Declaración de Chiloé incluida a continuación.

En la actualidad la importancia de los bosques y de otras formaciones vegetales como proveedoras de bienes y servicios para el bienestar del ser humano, es un hecho ampliamente valorado por parte de la población mundial. Los desafíos que hoy enfrenta el sector forestal son globales y requieren de una mirada multifuncional de los bosques. En esta mirada, los Productos Forestales No Madereros (PFNM) son bienes que juegan un rol relevante en la economía, el bienestar y la cultura de los países, las comunidades y las personas, en especial de aquellas que

habitan y se relacionan directamente con los bosques y el entorno rural, donde este rubro genera un porcentaje relevante del sustento familiar, a la vez que desempeña un papel vital en la seguridad alimentaria local y mundial.

Los PFNM a través del autoconsumo y comercialización son una opción para el combate de la pobreza en zonas rurales, favorecen la valorización socioeconómica y conservación de los bosques, para transitar hacia la sostenibilidad integral de los recursos vegetacionales, asegurando de esta forma la conservación de la diversidad biológica y cultural.

INFOR ha generado un amplio acervo de conocimientos en este rubro, mediante el trabajo sistemático de sus investigadores por más de 20 años, logrando desarrollos significativos en nuevos productos y procesos, paquetes tecnológicos de manejo silvícola, modelos de gestión y apoyo permanente a los miles de recolectores que hoy poseen este oficio a lo largo de Chile. En la actualidad INFOR posee un equipo de profesionales y técnicos que conforma la Línea de Investigación de PFNM distribuidos en todas sus sedes, desde La Serena hasta Coyhaique.

El objetivo de esta Línea de investigación es contribuir al desarrollo sostenible de las personas y los recursos naturales que se vinculan con la recolección, procesamiento y comercialización de PFNM que proveen los ecosistemas boscosos y formaciones xerofíticas del país, mediante la generación y transferencia de información, conocimiento y nuevas tecnologías que generen valor. Este trabajo suscribe la definición de PFNM desarrollada por FAO¹⁶ en el año 1997 e incorpora a las formaciones xerofíticas¹⁷ descritas en la Ley de Bosque Nativo, en su ámbito de trabajo.

El trabajo en PFNM de INFOR se concentra en tres programas de investigación; (i) Escalamiento tecnológico y comercial de PFNM, que se encarga de recopilar, analizar y sistematizar anualmente información económica, social y ambiental del rubro de PFNM en Chile, identificando tendencias, estrategias e impactos sectoriales, como insumos para el desarrollo de nuevos proyectos, programas y políticas públicas. (ii) Investigación silvícola y tecnológica en PFNM generados en ecosistemas boscosos, que busca generar nuevos conocimientos que permitan incrementar el valor económico de los recursos no madereros asociados a ecosistemas boscosos nativos y exóticos, en un marco de sostenibilidad social y ambiental, y finalmente, (iii) Productos forestales no madereros (PFNM) vinculados a pueblos originarios, que investiga sobre las especies proveedoras de PFNM de importancia para pueblos indígenas desde el punto de vista ecológico, sociocultural y económico, a fin de hacer aportes a la sustentabilidad. Todo este trabajo se realiza de manera sistémica e integrando componentes sociales, económicos, culturales y políticos. A la vez, la investigación futura debe incorporar la modelación predictiva que garantice el uso sustentable del recurso.

El equipo de la línea adhiere al Protocolo de Nagoya¹⁸ sobre el acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización. Esto sugiere que cuando se trabaja con personas que poseen un conocimiento intrínseco de las especies y usos de los productos, y este conocimiento es importante para las investigaciones, se debe valorar, sistematizar y visibilizar ese conocimiento dentro del marco de una interacción entre las partes que considere principios básicos para usar este conocimiento bajo un consentimiento informado y ético.

¹⁶ <http://www.fao.org/forestry/nwfp/6388/es/>

¹⁷ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=274894%20>

¹⁸ <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/protocolo-nagoya-acceso-recursos-geneticos-participacion-justa-equitativa-beneficios-que-se>

Respecto a algunos bienes vinculados a los bosques o zonas aledañas a los bosques que no están aún clasificados como PFSM en Chile, esta Línea plantea lo siguiente: En el caso de la miel y sus derivados, dada su condición de bien de origen biológico, se recomienda incorporar este producto a las estadísticas nacionales del rubro, descartando aquel producto que proviene de los cultivos agroindustriales. De igual manera, la línea ratifica como parte de este rubro los recursos provenientes de especies introducidas y/o asilvestradas en el país, como por ejemplo: rosa mosqueta, semillas de pino piñonero, trufas, mora silvestre, mimbre, entre muchos otros.

El reciente congreso mundial IUFRO (*International Union of Forests Research Organizations*), realizado en Brasil, evidenció la importancia de los PFSM a nivel mundial y sus proyecciones. INFOR tuvo una destacada participación en este encuentro técnico, posicionando a Chile como uno de los países líderes de desarrollo del rubro en el mundo. En este sentido, entre las conclusiones se suscribe que el futuro del manejo forestal sostenible – desde la reducción de bosques naturales y las crecientes demandas por alimentos, madera y fibras de madera, agua y otros servicios ecosistémicos, además de las incertidumbres impuestas por la globalización e incertidumbres de naturaleza económica social y ambiental – es un desafío fundamental para la comunidad de investigación forestal.

Finalmente, es preciso destacar que el trabajo que desarrolla esta línea de investigación tiene por sector objetivo a personas vulnerables y necesitadas del mundo rural, razón por la que la línea, desde sus disciplinas, tiene como propósito aportar a la disminución de brechas sectoriales promoviendo el conocimiento, el desarrollo y la generación de políticas públicas que busquen disminuir inequidades y mejorar la calidad de vida de todas las personas vinculadas a los recursos forestales, en especial de aquellas que viven y se relacionan cotidianamente con los bosques.

RECONOCIMIENTOS

INFOR agradece al Ministerio de Agricultura sus aportes que permiten la investigación de mediano y largo plazo. Se expresa un especial agradecimiento a todos los integrantes de la Línea de Investigación de PFSM de INFOR, que participaron en la jornada técnica de Chiloé y apoyaron a construir la declaración y que con gran profesionalismo, compromiso y motivación trabajan día a día en este maravilloso rubro.

REFERENCIAS

FAO, 2003. ¿Qué son los PFSM? Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/6388/es/>. Acceso: 15 de marzo de 2008.

Martínez, R., 2005. Elementos conceptuales que apoyan las decisiones sobre el fomento de productos forestales no maderables. 2 p.

INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES A LOS AUTORES

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, y en estos últimos puede incluir también temas de actualidad sectorial en aspectos 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 comprensión 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 una simple repetición de 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 este.

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 a ambos lados. Extensión máxima trabajos 25 carillas para artículos y 15 para Apuntes, aunque se acepta una mayor extensión si esta se justifica.

Usar formato abierto, no formatos predefinidos de Word que dificultan la edición. Evitar saltos de página y saltos de sección. Formato a una columna.

Primera página incluye título en mayúsculas, negrita, centrado, letra Arial 10, una o dos líneas, eventualmente tres 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 (8 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, seguida del nombre o abreviación de este de quien describió la especie, en cursiva (no negrita), minúsculas y primera letra del género en mayúsculas. Ej. pino o pino radiata (*Pinus radiata* D. Don.).

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).

Si hay más de una referencia de un autor en un año se debe usar letras para diferenciarlas. Ej: (Rodríguez, 1999a); (Rodríguez, 1999b.)

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 a ambos lados.

Ej. 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.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 10 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 o de planillas Excel como Metarchivo Mejorado.

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 2 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 publicado 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 3 meses.

CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL

ARTICULOS	PÁGINAS
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE <i>Fitzroya cupressoides</i> EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE. DESAFÍOS PARA SU CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN. Bannister, Jan R. y Urrutia-Jalabert, Rocío. Chile.	7
INFLUENCIA DEL ORIGEN DE LAS SEMILLAS EN EL DESEMPEÑO DE COIGÜE (<i>Nothofagus dombeyi</i> (Mirb.) Oerst.) EN ENSAYOS DE 15 AÑOS EN LA COSTA Y PRECORDILLERA DE LA REGION DE LOS RIOS. Guriérrez, Braulio. Chile.	31
ASPECTOS HISTÓRICOS, ECOLÓGICOS Y SOCIALES ASOCIADOS A <i>Salix humboldtiana</i> EN LA RIBERA DEL RÍO AGRIO EN LA PATAGONIA ARGENTINA. Dezzotti, Alejandro; Sbrancia, Renato; Attis Beltrán, Hernán; Velásquez, Abel y Mortoro, Ariel. Argentina.	45
CERTIFICACION PEFC DE MIELES BAJO GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE. Rojas, Patricio; Vidal, Rodrigo; Molina, María Paz; Rodríguez, Francisco; Espejo, Jaime y Gutiérrez, David. Chile.	69
APUNTES	
TRABAJO DE LA LINEA DE INVESTIGACIÓN DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS DEL INSTITUTO FORESTAL. Salinas, Jaime. Chile.	83
INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES A LOS AUTORES	93

