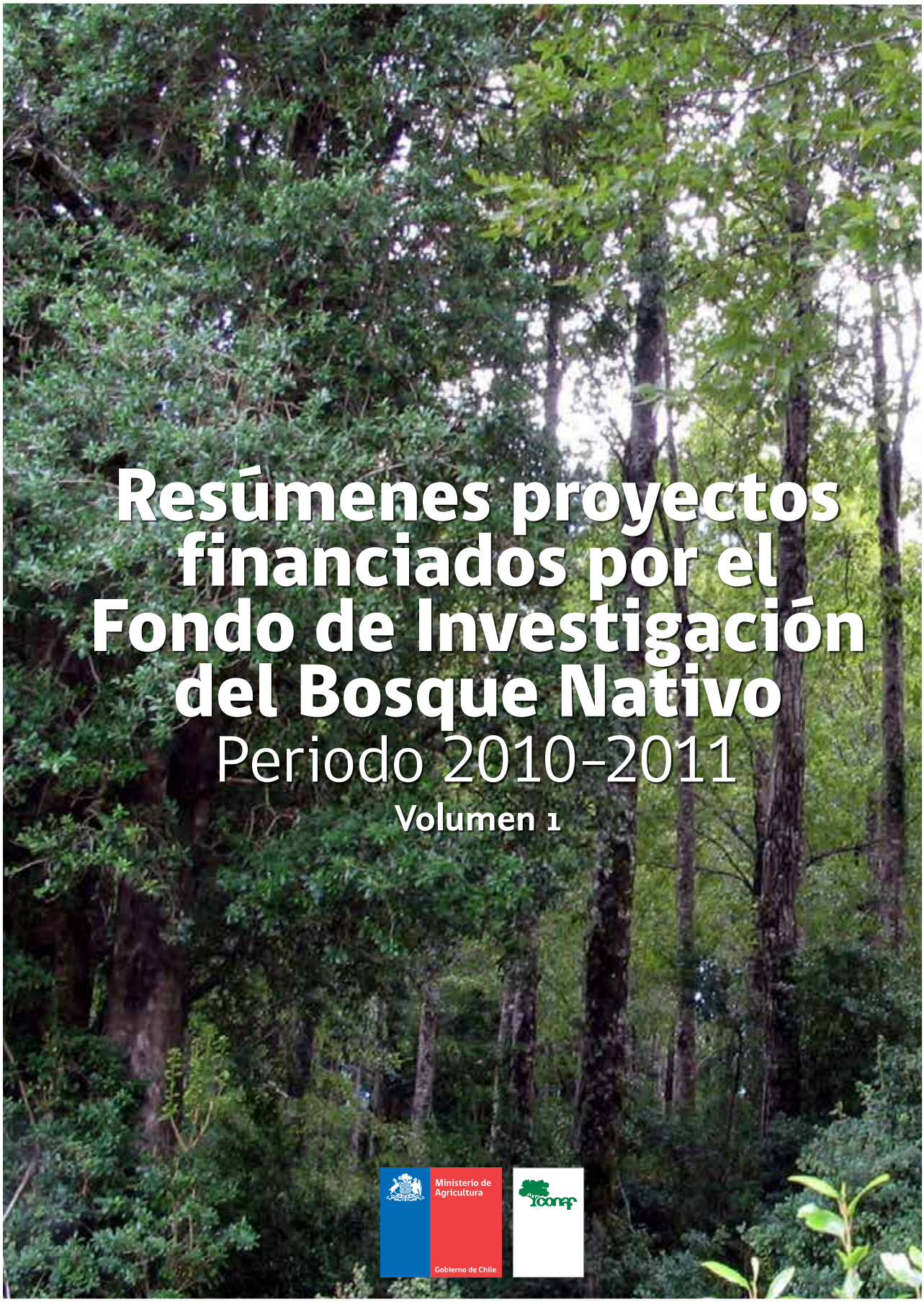

Resúmenes proyectos financiados por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo

Periodo 2010-2011

Volumen 1

Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

Conaf

Resúmenes proyectos financiados por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo

Periodo 2010-2011

Volumen 1

Ministerio de Agricultura
Corporación Nacional Forestal

Resúmenes proyectos financiados por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo periodo 2010-2011

Editado por el Fondo de Investigación de Bosque Nativo-Departamento de Bosque Nativo

Inscripción ISBN: 978-956-7669-32-5

Primera edición: junio 2013

Diseño
www.lolamundo.cl

Se autoriza la reproducción y difusión de este producto con cualquier fin no comercial, siempre que se especifique claramente la fuente.

Se prohíbe la reproducción y difusión total o parcial del contenido de este producto, con fines comerciales o lucro sin aprobación escrita de los titulares (autores de los estudios).

Resúmenes proyectos financiados por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo

Periodo 2010-2011

Volumen 1

Fondo de Investigación del Bosque Nativo

Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

Conaf

INDICE

Presentación Libro Fondo de Investigación	7
Prólogo	9
Prospección sanitaria y propuesta silvícola de ciprés de la cordillera ***(Austrocedrus chilensis)*** en zona central de Chile. (007/2010)	11
Sistematización de información para el diagnóstico del estado actual del bosque esclerófilo en Chile - biblioteca digital. (011/2010)	15
Fragmentos de bosque nativo en comunidades indígenas, acciones para contribuir en la conservación de la diversidad biológica. (014/2010)	19
Distribución, hábitat potencial y diversidad genética de poblaciones de belloto del norte ***(Beilschmiedia miersii)*** y lúcumo chileno ***(Pouteria splendens)***. (025/2010)	24
Propuesta de desarrollo estratégico de recuperación de poblaciones de las tres grandes cactáceas columnares de Tarapacá. (026/2010)	29
Fundamentos para una normativa sobre origen de semillas y calidad de plantas de especies forestales nativas. (028/2010)	33
Herramienta de análisis a partir de la sistematización y representación espacial de información sobre formaciones xerofíticas del norte de Chile. (031/2010)	36
Evaluación de actividades de restauración de la cubierta arbórea en sectores de N. macrocarpa o glauca por medio de regeneración natural y plantación. (034/2010)	40
Efectos de las plantaciones forestales sobre la disponibilidad hídrica y fauna bentónica de los bosques pantanosos de la región de la Araucanía. (035/2010)	45
Determinación de distancias óptimas para protección de cauces con bosque nativo utilizando modelos de predicción de sedimentos basados en SIG. (041/2010)	50
Bases edáficas para silvicultura en bosques nativos de Chile: sistematización y validación de información sobre características y procesos de suelos. (042/2010)	53
Implementación de un estudio a largo plazo del potencial de restauración pasiva del bosque esclerófilo de Chile central. (058/2010)	57
Ley del Bosque Nativo y pequeños propietarios: metodología para establecer relaciones causales. (065/2010)	60
Remedición y sistematización de información cuantitativa de parcelas permanentes en bosques de segundo crecimiento de roble, raulí y coihue. (068/2010)	64
Caracterización física y socioeconómica del bosque nativo en tenencia de pequeños propietarios y su proyección productiva en la provincia de Valdivia. (038/2011)	70
Determinación de la estructura de costos de las actividades silviculturales destinadas a manejar los renovales de roble-raulí-coihue para producción maderera. (066/2011)	74
Lista de Investigadores y Contactos	81

Presentación

Libro Fondo de Investigación

El presente libro contiene resúmenes de proyectos financiados por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo durante los años 2010-2011. En las siguientes páginas se exponen 16 proyectos terminados, que la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal solventó a especialistas de distintas universidades e institutos de investigación de Chile.

Las iniciativas que recibieron apoyo económico en los dos primeros años de funcionamiento del Fondo tuvieron por objetivo resolver materias urgentes, necesarias de conocer para la aplicación efectiva de la ley. Es así como se abordaron diversas temáticas destinadas a profundizar los conocimientos relativos al bosque nativo y formaciones xerofíticas, entre ellas: Aspectos fitosanitarios, sistematización de la información, especies con problemas de conservación, silvicultura del bosque nativo, servicios ambientales, aspectos económicos, caracterización económica-social de los propietarios y relaciones de comunidades con el bosque nativo.

Cada proyecto recibió en promedio un monto de M$ 25.000 por parte del Estado, más los aportes de las instituciones patrocinantes a las que pertenecen los investigadores, desarrollándose los estudios en el transcurso de uno a dos años.

El Fondo de Investigación del Bosque Nativo está establecido en el Artículo 42 de la Ley N° 20.283, normativa que señala: "La ley de Presupuestos contemplará todos los años un fondo destinado a la investigación del bosque nativo, cuya finalidad será promover e incrementar los conocimientos en materias vinculadas con los ecosistemas forestales nativos, su ordenación, preservación, protección, aumento y recuperación, sin perjuicio de los aportes privados que puedan complementarlos".

Finalmente, la administración del Fondo agradece a cada uno de los investigadores que prepararon los resúmenes de sus proyectos, así como su buena disposición para revisar las diversas maquetas generadas en el proceso de edición.

Éste es el primer volumen de una serie dedicada a exponer periódicamente los resultados de estas iniciativas.

Prólogo

El bosque nativo ha sido, desde siempre, fuente productora de madera, agua, oxígeno, productos forestales no madereros y servicios ambientales. Cobija, además, una gran diversidad de fauna que genera el círculo virtuoso de la existencia en el planeta. Permite, asimismo, mejorar la calidad de vida de las personas ya sea trabajando este recurso forestal o bien por esparcimiento.

En la actualidad, y de acuerdo al Catastro de Recursos Vegetacionales del Bosque Nativo, ocupa una superficie de 13.599.610 hectáreas a lo largo del país, representando un 18% del territorio nacional.

Por lo anterior, el Estado de Chile ha apostado fuertemente por su protección, recuperación y mejoramiento a través de la promulgación e implementación de la Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, la cual contiene regulaciones e incentivos destinados a manejar sustentablemente el recurso, así como también a preservar los bosques clasificados como de preservación y a proteger los suelos y aguas, cuando los bosques se sometan a alguna actividad de corta o aprovechamiento.

Los ecosistemas forestales y el bosque nativo son unidades biológicas de gran complejidad que deben ser estudiadas desde múltiples ángulos. Conocer, por ejemplo, las respuestas al manejo para distintos bienes o servicios, optimización de ciclos de cortas, formas de intervención sustentables, valorización económica más allá de lo maderero, fuentes de germoplasma, sanidad, servicios recreacionales y espirituales, por nombrar algunas aristas.

Consciente de la necesidad y desafío de acrecentar las fronteras del conocimiento sobre el bosque nativo, mediante esta ley se implementó un Fondo de Investigación tendiente a promover, incentivar y ampliar el conocimiento en materias vinculadas a los ecosistemas forestales nativos, su preservación, protección, aumento y recuperación. Este Fondo viene operando desde el año 2010 y a la fecha ya se han realizado cuatro llamados a concurso, financiando 85 proyectos para los cuales Chile ha destinado más de 3 mil millones de pesos.

En consecuencia, este libro tiene como propósito dar a conocer los resultados de los primeros proyectos financiados por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo, colaborando de esta manera al desarrollo del sector forestal de nuestro país, con el consiguiente beneficio social y ambiental para las actuales y futuras generaciones.

Eduardo Vial Ruiz-Tagle
Director Ejecutivo
Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Prospección sanitaria y propuesta silvícola de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en zona central de Chile.

007/2010

Investigadora responsable: Amanda Huerta F.*
Co-investigador: Jaime E. Araya C.

BREVE RESUMEN

El ciprés de la cordillera, *Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic.-Serm. et Bizz., es un árbol endémico de Chile y Argentina, y una de las coníferas nativas más importantes de esta región, con mayor rango de distribución latitudinal y única representante del género. Este estudio, que se abordó en la zona central de Chile en bosques puros y mixtos de *A. chilensis*, contribuyó en forma directa con la aplicación de la Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, a través de la generación de conocimiento de los principales problemas fitosanitarios de esta especie mediante una caracterización de su estado fitosanitario con prospecciones enfocadas a la evaluación de signos y síntomas de daño. Los resultados fortalecen el manejo integrado de plagas, el manejo silvícola de la especie y además, proveen de información para futuros estudios.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El ciprés de la cordillera es un árbol endémico de los bosques templados fríos de la región andino patagónica y del bosque subantártico de Chile y Argentina. En Chile, esta conífera, que tiene el mayor alcance septentrional del país, conforma el tipo forestal ciprés de la cordillera, que se distribuye desde las regiones de Valparaíso a la de Los Lagos.

En Chile, su manejo como árbol forestal está sujeto a protección legal; sin embargo, y por razones diversas, estos planes de manejo han resultado insuficientes para frenar el proceso de degradación de este recurso, especialmente en las áreas más afectadas. Entre las principales causas de regresión están: incendios causados por el hombre, sustitución del bosque nativo por plantaciones exóticas y explotación ilegal intensiva de madera.

Actualmente, los bosques y la madera de *A. chilensis* son casi desconocidos en Chile, a pesar de su valoración como madera de alta calidad, bello diseño y con grandes proyecciones en química y farmacología. Además, es una especie que por hábito y color de follaje presenta excelentes aptitudes para uso ornamental. El interés creciente por el manejo de los bosques nativos, junto con las proyecciones ventajosas del ciprés de la cordillera como árbol productivo y ornamental, justifican la necesidad de contar con información sanitaria que indique de qué manera y en qué grado pueden afectarse su ciclo reproductivo, desarrollo y regeneración. Por ello se abordó una caracterización del estado fitosanitario de bosques puros de este árbol y asociados con otras especies, situados en diversas localidades de la zona central del país.

El objetivo general de esta propuesta fue prospectar el estado sanitario de bosques de *A. chilensis* localizados en la zona central de Chile y proponer medidas silvícolas que reduzcan su deterioro. Los objetivos específicos fueron: identificar los principales agentes de daño que afectan a estas formaciones; determinar la intensidad de daño de los principales agentes; establecer las principales

*Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza - Universidad de Chile.

Figura 1. Daño mecánico en ciprés de la cordillera.

condiciones que facilitan su aparición, y proponer medidas silvícolas que minimicen los daños.

Los sitios de estudio fueron la "Serranía del ciprés", en San Felipe, región de Valparaíso (bosque puro de *A. chilensis* y límite norte nacional de la distribución de la especie, hoy declarado santuario de la naturaleza); San Gabriel, un bosque puro de *A. chilensis* en la región Metropolitana, y bosques mixtos de *A. chilensis-Pinus radiata* D. Don (pino insigne) y *A. chilensis-Nothofagus macrocarpa* (A.DC.) F.M. Vásquez & R.A. Rodr. (roble de Santiago) en Sierras de Bellavista, región del Libertador Bernardo O'Higgins. Se hizo una prospección intensiva (verano de 2011) en los tres sitios mediante un muestreo por conglomerado de 50 árboles, donde se evaluaron signos y síntomas de daño en el follaje, ramas, fuste y conos, incluyendo daños por insectos y hongos. Además, se hicieron colectas periódicas con diversas herramientas de captura para identificar los principales agentes de daño. A partir de estos antecedentes se determinó la intensidad de daño de los principales agentes en cada localidad, la que se presentó además espacialmente, mediante un sistema de información geográfica. Luego, con la información obtenida de las prospecciones y los antecedentes históricos y bibliográficos disponibles, se analizaron los principales factores que favorecen la aparición de plagas y enfermedades y se propusieron medidas silvícolas de protección y mejoramiento específicas para cada sector del estudio.

Figura 2. Escoba de bruja en ciprés de la cordillera.

RESULTADOS

En San Felipe, San Gabriel y Sierras de Bellavista se registraron 23, 35 y 20 especies de insectos asociados a *A. chilensis*, respectivamente. La composición de especies de insectos fue diversa en las tres localidades, predominando el grupo de Hemiptera en el bosque puro en San Felipe, e Hymenoptera y Coleoptera en el bosque puro en San Gabriel. Este último orden fue también mayoritario en los bosques mixtos en Sierras de Bellavista. Cabe destacar que la mayoría de estas especies (60 de 66) son nuevas citas para *A. chilensis*, y una contribución con el conocimiento de la entomofauna asociada a esta especie. Los principales agentes patógenos fueron la presencia de signos y síntomas tales como agallas, escoba de bruja, tumores, cancros, hinchazones, pudrición central y fumagina.

Los principales problemas sanitarios de *A. chilensis* (Figuras 1 y 2) en los bosques puros adultos de San Felipe fueron resinación, defoliación y daño mecánico (antrópico y no antrópico); los de San Gabriel presentaron mayoritariamente daño mecánico, cancros y escoba de bruja; mientras que en los renovales mixtos en Sierras de Bellavista fueron defoliación, escoba de bruja y clorosis. La evaluación fitosanitaria permitió concluir que el bosque mixto de *A. chilensis-P. radiata* se encontró con mejor vigor que el de *A. chilensis-N. macrocarpa*, ya que el primero presentó menos árboles afectados. La evaluación de conos de *A. chilensis* en San Felipe y San Gabriel determinó 72 y 50% de daño, respectivamente. Se concluyó que el bosque de ciprés de la cordillera de San Gabriel tiene un mejor

estado sanitario que el de San Felipe, seguido de los de Sierras de Bellavista, que presentaron una condición más vulnerable.

Los bosques de *A. chilensis* estudiados, solos o en mezcla con otras especies, han sido sometidos a diversos factores como incendios, presión antrópica, fragmentación del hábitat, recurso genético vulnerable e invasión de especies forestales exóticas, lo que junto con las características climáticas severas (temperaturas bajas, nieve, sequía, radiación solar intensa, vientos, entre otros) en ambientes de montaña ha significado que los árboles en las áreas de estudio presenten en general una morfología, estructura y fisiología variables, con una mayor vulnerabilidad en los bosques mixtos de Sierras de Bellavista.

Por otra parte, en el bosque puro en San Felipe se registraron principalmente condiciones de sitio desfavorables, limitaciones de agua, recurso genético vulnerable, pastoreo, mal uso del fuego y daños en los conos; en el bosque puro de San Gabriel se observaron limitaciones de agua, un recurso genético vulnerable, pastoreo por ganado bovino, caprino y equino, y daño a la regeneración por herbívoros lagomorfos, junto con daño en conos; y en los bosques mixtos en Sierras de Bellavista daño por incendio y acción del fuego, y tala y extracción ilegal de árboles de *A. chilensis*. Además, en este último sector, estos factores han originado problemas de conservación como fragmentación, invasión de plantas especies exóticas, consumo de conos y semillas por insectos herbívoros, pastoreo por ganado bovino, caprino y equino, y disminución de la regeneración por lagomorfos.

Para los sectores del estudio se propusieron medidas silvícolas de protección y manejo concretas, entre las que destacan el mejoramiento de las condiciones de sitio (mediante riego, fertilización restauración del sotobosque, etc.), la adopción de técnicas silviculturales específicas, el control de plagas y lagomorfos, el control de incendios, el control de acceso de animales y personas, etc., la creación de áreas de semilla, el establecimiento de programas de reforestación *in situ*, el establecimiento de programas de domesticación y mejoramiento genérico, el diseño e implementación de planes de manejo predial, y la elaboración de un manual de buenas prácticas silvoagropecuarias. Aunque existen experiencias e información de los métodos de plantación y explotación, se debe seguir investigando y experimentando en mejorar las técnicas silviculturales actuales.

Sistematización de información para el diagnóstico del estado actual del bosque esclerófilo en Chile - biblioteca digital.

011/2010

Investigador responsable: Juan Pablo Flores V.*
Co-investigadores: Eduardo Martínez H., Verónica Poblete M., Marcelo Retamal G.

BREVE RESUMEN

Este documento abreviado entrega los principales resultados del proyecto "Sistematización de información para el diagnóstico del estado actual del bosque esclerófilo en Chile – biblioteca digital", financiado por el Fondo de Investigación en Bosque Nativo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF). El proyecto consiste en el desarrollo de una biblioteca digital de acceso liberado para cualquier usuario que disponga de una conexión a internet, donde pueda acceder a un conjunto de recursos de información disponibles sobre el bosque esclerófilo en texto completo y formato digital. Adicionalmente, en el proyecto se realiza un estudio del estado actual del bosque esclerófilo, propio de los ecosistemas mediterráneos de Chile central y caracterizado en las tipologías forestales de Donoso (1981). El diagnóstico se realizó mediante la construcción de índices e indicadores basados en información temática georreferenciada aportada por el Catastro de los recursos vegetacionales de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF) e información disponible en CIREN como la erosión actual y potencial del territorio de Chile, el modelo de elevación digital (ASTERGDEM), e información adicional de carta base adquirida para la realización de la presente investigación. Según el Catastro de los recursos vegetacionales de Chile (últimas actualizaciones regionales revisadas en 2011) la superficie de bosque esclerófilo entre la región de Valparaíso y Biobío es de 432.000 de hectáreas, que en proporción ocupa una superficie bastante baja a nivel regional, pero sin duda que posee una enorme biodiversidad ecosistémica valorable de proteger. El estudio señala que existe una alta vulnerabilidad ecosistémica en el secano costero de la región del Libertador Bernardo O`Higgins, producto de la alta presión antrópica por establecer cultivos forestales de rápido crecimiento, sumado a ello, la alta fragilidad físico biológica de los suelos con bosque esclerófilo (sobre el 78% tiene grado de erosión entre moderado y muy severo). La poca presencia de centros de investigación y universidades revelan que la inversión en proyectos I+D resulta ser despreciable en relación a otras regiones. Se sugiere la necesidad de involucrar mayores esfuerzos económicos, administrativos y científicos en la VI Región del Libertador Bernardo O`Higgins. Se dispone al usuario el sitio web http://bosques.ciren.cl para presentar los resultados del proyecto, enmarcado en una plataforma de biblioteca digital del bosque esclerófilo de la zona central de Chile.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se enfoca en diagnosticar sobre la situación actual del bosque esclerófilo en Chile, consideradas como zonas mediterráneas de hábitats raros, caracterizados por una extraordinaria biodiversidad de especies animales y vegetales adaptadas a prolongadas condiciones de estrés hídrico y altas temperaturas durante el verano. Sin embargo, a nivel global, las organizaciones

*Centro Investigación Recursos Naturales, CIREN.

reciben, gestionan y producen cada vez mayor información, y los sistemas de información clásicos comienzan a presentar una serie de carencias a la hora de satisfacer con la suficiente prontitud las demandas de los miembros de las mismas (Martínez, 1999). La información referente al estado del conocimiento, grado de conservación y recursos asignados al estudio del bosque esclerófilo de la zona central de Chile es dispersa, carece de continuidad territorial en su rango de distribución geográfico y no se dispone de un sistema específico para su gestión. En este contexto, el presente proyecto puede contribuir a superar este obstáculo en relación a las especies del bosque esclerófilo, al contar con un sistema de consulta de información con acceso liberado a todo público. El área de estudio (regiones V a VIII) se estimó en 11,5 millones de hectáreas, aun cuando la superficie de bosque esclerófilo, al año 2011, es de 432 mil hectáreas. La información cartográfica base correspondió a un modelo de elevación digital del terreno AsterGdem (30 metros de resolución), cartografía de la vegetación nativa de Chile de CONAF, de erosión actual, riesgo de erosión actual y potencial, suelos de CIREN, imágenes Landsat 5 (año 2007), base de datos de proyectos ingresados al Sistema de evaluación ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y las series pluviométricas (1950 – 2010)

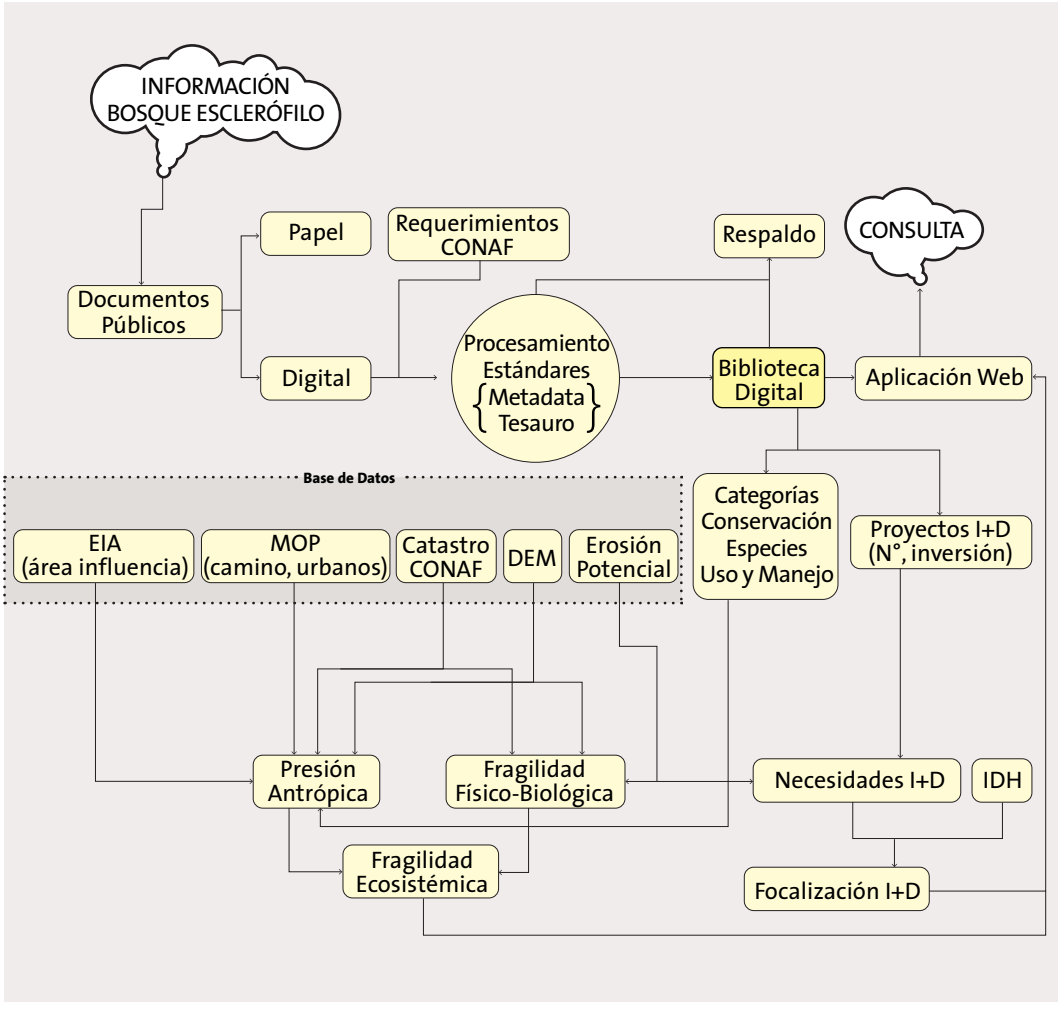

Figura 1. Diagrama de flujo de información del proyecto.

de la Dirección de Aguas de Chile. El proyecto se desarrolló en tres etapas, a saber;

1. Desarrollo de una biblioteca digital: La arquitectura de la biblioteca definió una metodología de recopilación, selección y clasificación de la oferta documental de carácter público relacionada con el bosque esclerófilo. Posteriormente los resultados de esta recopilación junto con la información generada por el estudio, se editó en formatos para la web y digitalizó la disponible solo en formato impreso para ser incorporada y sistematizada en una biblioteca digital de público acceso. Para la descripción de cada elemento incorporado en la biblioteca se utilizó el esquema de metadatos Dublin Core. Se usó el software D-Space para el diseño de la interfaz web y arquitectura de información de esta biblioteca. Esto permite efectuar actualizaciones e incorporar nuevos documentos en forma remota a través de internet.

2. Diagnóstico de la vulnerabilidad ambiental y las necesidades de asignación de recursos para el estudio y conservación del bosque esclerófilo de las regiones V, RM, VI, VII y VIII: Se procesó la información contenida en la biblioteca digital y así como la información geoespacial disponible en CIREN – CONAF. El geoprocesamiento de la información cartográfica contempló: (a) Recopilación y normalización de información cartográfica digital y (b) Modelación de la información biogeofísica para la obtención de mapas índices del bosque esclerófilo. El modelo lógico utilizado para la construcción de los índices de fragilidad, presión y de focalización de I+D para el diagnóstico de la condición actual del boque esclerófilo de la zona central de Chile se presenta en la Figura 1.

3. Transferencia de los resultados: La transferencia de los resultados del proyecto desarrolló acciones de capacitación en el sistema de información

Figura 2. Biblioteca digital del bosque esclerófilo, con estadísticas regionales y mapas georreferenciados del proyecto. (http://bosques.ciren.cl).

propuesta (biblioteca digital) con la finalidad que éste pueda continuar siendo actualizado a través de internet.

RESULTADOS

Como primer resultado, la interfaz diseñada e implementada quedó accesible externamente desde http://bosques.ciren.cl. (Figura 2). Se destaca el sistema de gestión y administración que permite, mediante identificación de usuarios, acceder en forma remota a corregir e ingresar nuevos documentos. De esta forma el sistema de generación de estadísticas, indica que para el año 2012 se registraron más de 11.000 visitas provenientes principalmente de Chile.

Y como segundo resultado, las coberturas de información de línea base fueron incorporadas en un sistema de información geográfico (SIG) que permitieron obtener, mediante técnicas de geoprocesamiento, mapas indicadores de la condición actual del bosque esclerófilo de la zona central de Chile.

El índice de presión antrópica mostró, durante los últimos años, una intensificación de los procesos de cambio de uso del suelo hacia la cordillera de la Costa y el Valle Central. El índice de fragilidad físico-biológica generado a partir del estado de conservación de las especies dominantes con la susceptibilidad del suelo a la erosión (erosión potencial) reveló que el bosque de la región Metropolitana, en particular las comunas de Curacaví, Alhué, Melipilla y San Pedro presentan altos niveles de fragilidad físico biológica. En la V Región esta condición se manifiesta hacia la cordillera de la costa en las comunas de Casablanca, Quilpué, Limache y Olmué. El índice de fragilidad ecosistémica que se generó de la combinación del índice de presión antrópica y el de fragilidad físico-biológica indicó que el bosque esclerófilo de la V Región presenta altos niveles de fragilidad ecosistémica y se concentran en la comuna de Casablanca, mientras que idéntica situación se presenta en varias comunas de la región Metropolitana (Lo Barnechea, San José de Maipo y Pirque).

Finalmente, el estudio señala que existe una alta vulnerabilidad ecosistémica en el secano costero de la región del Libertador Bernardo O'Higgins, producto de la alta presión antrópica por establecer cultivos forestales de rápido crecimiento, sumado a ello, la alta fragilidad físico biológica de los suelos con bosque esclerófilo (sobre el 78% tiene grado de erosión entre moderado y muy severo). La poca presencia de centros de investigación y universidades revelan que la inversión en proyectos I+D resulta ser despreciable en relación a otras regiones. Se sugiere la necesidad de involucrar mayores esfuerzos económicos, administrativos y científicos en la VI Región del Libertador Bernardo O`Higgins.

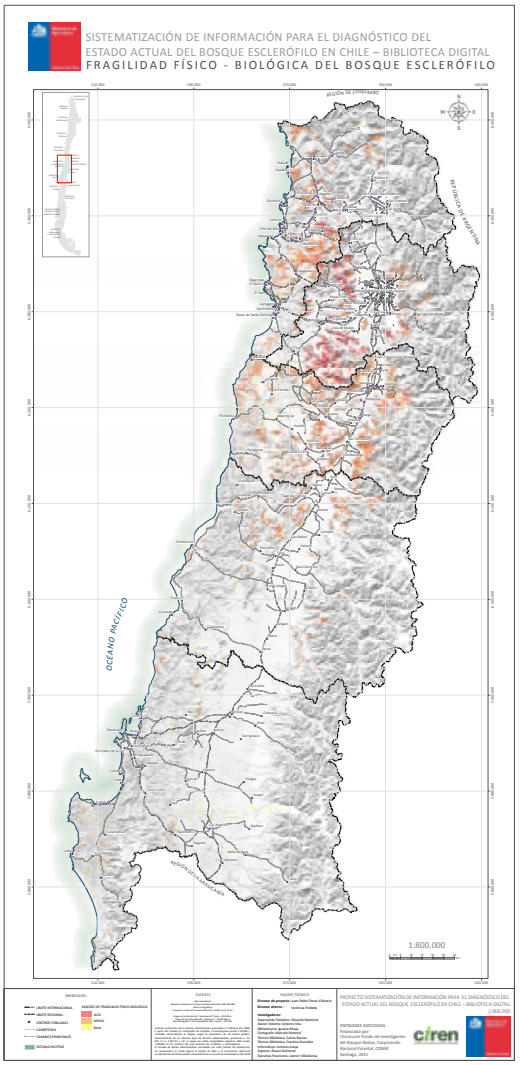

Figura 3. Mapa de fragilidad físico-biológica del bosque esclerófilo de la zona central de Chile.

Fragmentos de bosque nativo en comunidades indígenas, acciones para contribuir en la conservación de la diversidad biológica.

014/2010

Investigadora responsable: Zoia Neira C. *
Co-investigadores: Ramiro Bustamante A., Cecilia Smith R. , Patricio Núñez M., Ana Alarcón R., Rubén Carrillo L.

BREVE RESUMEN

El área temática corresponde al análisis de las consecuencias de las intervenciones de bosque nativo y formaciones xerofíticas sobre la diversidad biológica y servicios ecosistémicos. El objetivo fue caracterizar bosquetes nativos fragmentados, rodeados de una matriz altamente degradada, que requieren ser restaurados, utilizando el potencial microbiológico del suelo y la participación activa de la comunidad.

Una primera etapa consistió en caracterizar la vegetación, evaluar variables de paisaje y suelo. Se seleccionó un fragmento, de éste se extrajo micorriza del núcleo, borde, matriz, para inocular plántulas que se comparan con las inoculadas con *Glomus intraradices*. Se estudiaron dos especies arbóreas *Drimys winteri* (canelo) y *Maytenus boaria* (maitén) y dos arbustivas *Fuchsia magellanica* (chilco) y *Buddleja globosa* (matico), se evaluaron variables morfológicas e intensidad que alcanza la micorrización.

Los resultados presentan una baja densidad de árboles/ha, siendo la regeneración natural limitada por el pastoreo. Se observa que un 35,9% de los fragmentos se encuentran bajo las 0,5 ha.

Canelo y maitén presentan una frecuencia de micorrización sobre el 96%. En intensidad de micorrización los valores para ambas especies fluctúan entre 36 y 78%, presentando siempre el inoculo de matriz los valores más bajos.

La frecuencia de micorrización para chilco y matico presenta valores sobre el 98%. La intensidad de micorrización tiene valores entre 32 y 75%, siendo la matriz y borde la que presenta los valores más bajos. Se identifica el núcleo del fragmento de bosque nativo como la zona que contiene el más alto potencial micorrízico.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

HIPÓTESIS

¿Los pequeños fragmentos de bosque nativo contienen un potencial biológico para restaurar?

OBJETIVO

Caracterizar los fragmentos de bosque nativo, identificar factores que impiden la regeneración y mejorar plántulas con microorganismos promotores del crecimiento (micorrizas).

METODOLOGÍA

Área de estudio.

El área de estudio se ubica a 12 kilómetros al sur oeste de la ciudad de Nueva Imperial, región de La Araucanía, Provincia de Cautín-Chile. Un 53% de la población es mapuche. En el área habitan 32 comunidades que pertenecen a la Asociación Indígena Boroa-Filulawen, organización cuyo objetivo es mantener y fortalecer la medicina tradicional mapuche, vinculada a la conservación del bosque nativo.

*Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales - Universidad de La Frontera Temuco.

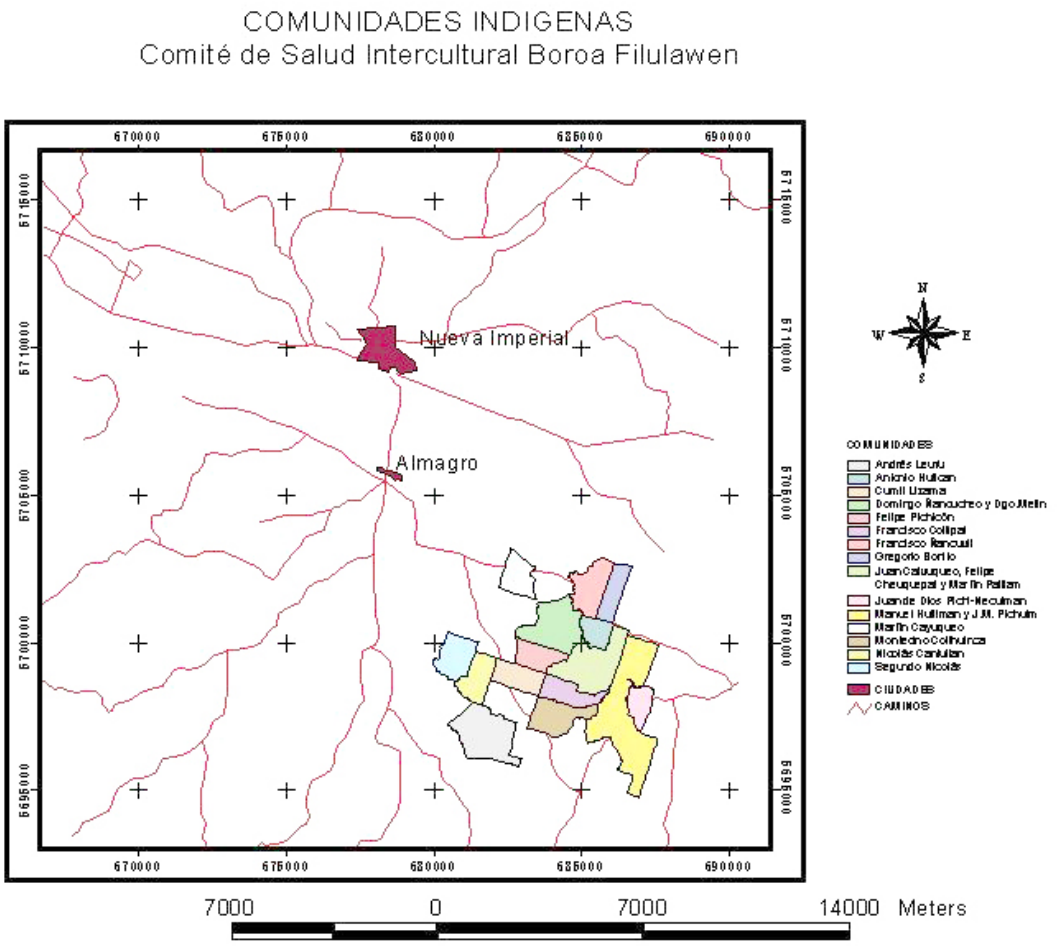

Figura 1. Ubicación del Área de Estudio

ANTECEDENTES BIOFÍSICOS

El clima de la zona corresponde al templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo húmedo de serranías costeras de vertiente oriental, con temperatura máxima en enero de 24,1 °C y mínima en julio de 4,1°C, la precipitación media anual es de 1.342 mm. Su posición de vertiente oriental de serranías costeras aumenta el periodo seco en relación a los distritos ubicados más al sur (Santibáñez y Uribe, 1993; Luebert y Pliscoff, 2006).

La comuna posee suelos del tipo rojo arcilloso, de la serie Metrenco, de origen volcánico antiguo. (Schlatter e Hidalgo, 1981).

El bosque nativo, se caracteriza por presentar superficies que no sobrepasan las 5 ha, ubicado en la ribera de cursos de agua. Corresponde a bosques de segundo crecimiento, renovales, de edades inferiores a 40 años, con escasa regeneración natural debido al pastoreo y ausencia de árboles semilleros (Durán et al., 1997). Según Gajardo (1994), la clasificación corresponde al bosque caducifolio del sur, ubicado en la depresión

central sobre un relieve plano de lomajes morrénicos y en las laderas bajas de ambas cordilleras. Su composición florística es de especies típicamente laurifolias. La comunidad está formada por: *Nothofagus obliqua–Laurelia sempervirens, Nothofagus dombeyi, Drimys winteri–Blepharocalyx divaricatum, Avena fatua–Rumex acetosella, Aristotelia chilensis – Rubís ulmifolius, Echium vulgare* y *Acacia dealbata*.

MÉTODO

Se caracterizó el paisaje identificando el número de fragmentos de bosque en un área de 16.000 ha. Los fragmentos fueron caracterizados en cuanto a forma, tamaño y aislamiento.

Para caracterizar la vegetación e identificar los factores que impiden la regeneración, se muestrearon 8 fragmentos, cuatro cercados y cuatro no cercados. Se usaron parcelas rectangulares de 10 x 25 m, con cuatro parcelas en cada vértice de 2 x 2 m para la regeneración, además se realizaron transectos desde el núcleo al borde de cada fragmento para identificar la composición de otras formas de vida.

Se selecciona un fragmento, se extrae micorriza del núcleo, borde y matriz, además se inocula un control con glomus, se estudian plántulas de dos especies arbóreas, canelo y maitén y dos arbustivas, chilco y matico, se evalúan variables morfológicas y frecuencia e intensidad que alcanza la micorrización.

RESULTADOS

Análisis de la composición vegetacional.
De los 8 fragmentos estudiados, los tamaños fluctúan entre 2,5 a 1 ha en los cercados y entre 0,5 a 4,1 ha en los no cercados. La densidad es más alta en los fragmentos cercados, excepto el fragmento 3, prácticamente sin intervención y destinado a uso cultural. El número de especies arbóreas presentes en los fragmentos estudiados es de 8 a 4, siendo las principales *Blepharocalyx cruckshanksii* (temu), *Myrceugenia exsucca* (pitra), *Maytenus boaria* (maitén), *Luma apiculata* (arrayán), *Lomatia dentata* (avellanillo), *Drimys winteri* (canelo) *y Peumus boldus* (boldo). El índice de Shannon y Margaleff es mayor en los fragmentos no cercados, siendo de 0,54 y 1,36. Al considerar todas las formas de vida, el número de especies aumenta a 43.

El número de árboles por hectárea es de 840 a 5.480 arb/ha. Sin embargo, mayor densidad no implica mayor riqueza de especie. Las mayores densidades las presentan los fragmentos que tienen bajo 0,5 ha.

Presencia de especies invasoras.
El mayor porcentaje de especies invasoras, cercano al 40%, es en el borde de los fragmentos, siendo para todos los fragmentos estudiados mayor el porcentaje de especies invasoras en el borde que en el núcleo. Las especies invasoras no se encuentran limitando la regeneración de las especies arbóreas, siendo éstas principalmente de temu, maitén, pitra y canelo.

CARACTERIZACIÓN DE LOS FRAGMENTOS EN BASE A VARIABLES DE PAISAJE

Tamaño de los fragmentos del territorio.
Los fragmentos del territorio son clasificados en menores a 0,5 ha y mayores a 20 ha. El mayor porcentaje (35,9%) de los fragmentos del área de estudio, presentan un tamaño inferior a 0,5 ha, estando un 78,3% de éstos bajo las 5 ha y solo un 6,9% sobre las 20 ha.

Forma de los fragmentos ubicados dentro del territorio.
Los fragmentos son ordenados de acuerdo al índice de forma de 1-1,5 hasta sobre 3,5, estando el 30,9% de los fragmentos cercano a lo ideal, que es 1.

Índice de proximidad (aislamiento de parches).
El nivel de aislamiento que presentan los fragmentos en el área de estudio, indica que el 48,4% del total de fragmentos se encuentran aislados, con un índice de proximidad bajo 25. Se destaca que solo el 18,9% de los fragmentos totales están conectados entre sí.

Ensayo de micorrización de plantas de especies arbóreas, canelo y maitén.
Los valores de micorrización para las especies canelo y maitén, en cuanto a frecuencia de micorrización; indican que ambas especies presentan valores muy elevados, alrededor del 100%, disminuyendo a 96% para el caso de la matriz en canelo y para glomus en maitén. En cuanto a la intensidad de micorrización en porcentaje, se destaca el núcleo para la especie canelo con un 72% y el borde para maitén con un 78%. En cuanto a intensidad de micorrización, los valores se presentan más bajos para la matriz 36% para el canelo y 58% para el maitén, destacando esta última especie debido a las condiciones limitantes del suelo.

Ensayo de micorrización de plantas de especies arbustivas, chilco y matico.
Se observa una muy alta frecuencia de micorrización para las dos especies (entre 98 y 100%), sin diferencias entre los tratamientos. En intensidad de micorrización, el tratamiento núcleo y glomus, presenta los valores más altos para chilco, con 75 y 74% respectivamente.

Los valores promedio en general para las cuatro especies en cuanto a frecuencia e intensidad de micorrización son mayores para chilco y matico, seguramente por su condición de especies herbáceas, interesante de estudiar como especies facilitadoras para la restauración.

La especie que presenta el mejor índice IRT, es matico, seguida por maitén, canelo y finalmente chilco, siendo el mejor tratamiento el inoculo de borde para matico y el inoculo de núcleo para maitén y canelo.

El largo del tallo es mayor para las cuatro especies estudiadas, al usar inoculo micorrízico del núcleo del fragmento.

Se concluye que la determinación de variables biológicas en este estudio, facilita la comprensión del estado del sistema a restaurar y emprender acciones aprovechando el potencial presente.

Agradecimientos: *La investigadora responsable expresa sus agradecimiento, a la coordinadora de Salud Intercultural Boroa-Filulawen y a sus dirigentes, Antonio Huircan P., Abelino Pichicona G., Carmen Pichicona G., Braulio Cheuquepal B. y Gladys Cheuquepal B.; a la comunidad, así como al machi Víctor C. A los alumnos tesistas, Ivonne Molina C. y ayudantes de investigación, Gladys Levil y Shirley Hurtado.*

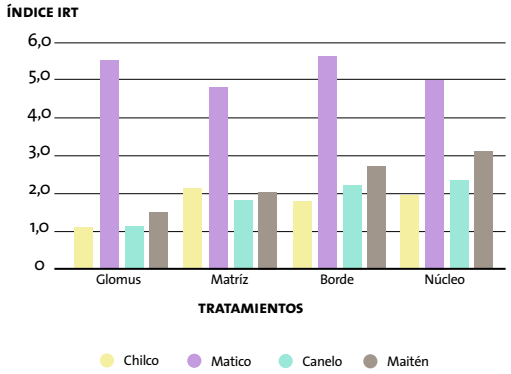

Figura 2. Índice IRT (relación tallo/raíz) por tratamientos para las cuatro especies estudiadas.

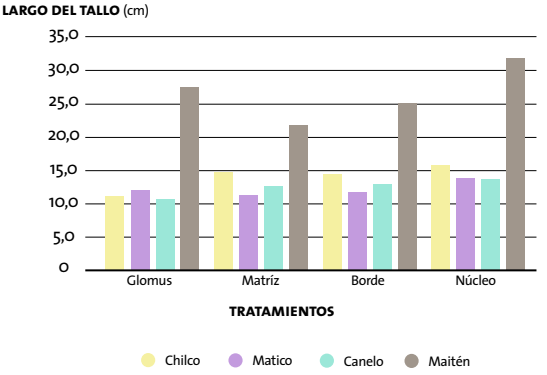

Figura 3. Largo de tallo según tratamiento para las cuatro especies estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

DURÁN T., J. QUIDEL Y E. HAUENSTEIN. 1997. Conocimientos y Vivencias de dos Familias Wenteche sobre Medicina Mapuche. Mapuche Lawentuwün Epu Análisis estructural y estado de conservación de los rodales de temu y pitra ReyñmaWenteche ñi Kimün Mew. Edición Centro de Estudios Socioculturales. Universidad Católica de Temuco. 99 p.

GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165 p.

LUEBERT, F. Y PLISCOFF, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 316 p.

SANTIBÁÑEZ, F. Y J. URIBE. 1993. Atlas Agro climático de Chile. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 76 p.

SCHLATTER, J. E., HIDALGO, D. 1981. Calidad de sitios para Pinus radiata D. Don. Área de la Costa, Prov. de Cautín. Informe de Convenio N° 36, Serie Técnica, Facultad de Ingeniería Forestal., U. A. CH., Valdivia. 77 p.

Distribución, hábitat potencial y diversidad genética de poblaciones de belloto del norte *(Beilschmiedia miersii)* y lúcumo chileno *(Pouteria splendens)*.

025/2010

Investigadora responsable: Gloria Montenegro R.*
Co-investigadores: Basilio Carrasco G., Eduardo Arellano O., Narkis Morales S., Ignacio Fernández Ch., Luis Olivares D., Miguel Gómez U.

BREVE RESUMEN

Los ecosistemas nativos de la zona central de Chile han sido catalogados como uno de los 35 hot-spot de biodiversidad existentes a nivel mundial, ya que son ecosistemas con una importante proporción de especies únicas, pero que se encuentran severamente amenazados por la acción del hombre (Mittermeier et al., 1998; 2004). Es por ello que una de las tareas fundamentales para evitar su pérdida es desarrollar esfuerzos integrados para poner en práctica estrategias de conservación (Arroyo et al., 2008). Para cumplir con este objetivo se han impulsado diversas iniciativas de conservación, incluyendo el desarrollo de listas rojas (e.g. Benoit, 1989; Glade, 1993), la proposición de sitios prioritarios (*e.g.* Muñoz et al., 1997; Cavieres et al., 2001), y algunas escasas iniciativas de restauración (ver Fernández et al., 2010). Sin embargo para aplicar cualquiera de dichas iniciativas será necesario contar con una sólida base de información respecto a las especies involucradas, información que para una importante proporción de especies es actualmente escasa (Avilés, 2009a,b; Hechenleitner et al., 2005). Así el proyecto propuesto tuvo como objetivo principal desarrollar una metodología que permitiera realizar una evaluación integral del estado de conservación de especies de flora nativa, y que además permitiera identificar aquellos sitios prioritarios para desarrollar iniciativas de restauración. Para ello se trabajó en la creación de un modelo predictivo multicriterio de distribución de especies basado en rangos de distribución actual, uso de suelo y variables bioclimáticas. Para alimentar el modelo se utilizaron dos especies, el lúcumo chileno (*Pouteria splendens*) y el belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*), ambas especies de flora endémicas, con rangos de distribución restringidos y actualmente con problemas de conservación (Conama, 2008). Finalmente, los resultados de esta fase fueron analizados en función de la diversidad genética de ambas especies a nivel metapoblacional, de manera de tener una visión integral de los actuales y futuros problemas de conservación que estas especies puedan afrontar. Los resultados del modelo permitieron generar valiosa información respecto al estado de conservación actual de estas especies, además de identificar aquellos sitios prioritarios para desarrollar estrategias tendientes a su restauración.

*Fundación para la Conservación y Manejo Sustentable de la Biodiversidad - Pontificia Universidad Católica de Chile.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto fue la generación de información tendiente a incrementar el nivel de conocimiento existente respecto a la distribución, variabilidad genética y estado de conservación de poblaciones de flora nativa, mediante una herramienta metodológica que pueda ser utilizada para futuras estrategias de propuestas de clasificación de especies, y de esta manera colaborar con los objetivos de la Ley del Bosque Nativo. Para ello se trabajó en función de dos hipótesis principales: (1) La inclusión de variables metapoblacionales dentro de los análisis del estado de conservación de las especies puede ser una herramienta de gran utilidad para establecer diferentes grados de amenaza dentro de poblaciones de una misma especie, y como indicador del estado de conservación global de la especie. (2) La disponibilidad de sitios para desarrollar iniciativas de restauración de aquellas especies y/o poblaciones más amenazadas es una variable indicadora de la posibilidad de dicha especie y/o población para salir de su estado de amenaza.

METODOLOGÍA UTILIZADA

Distribución actual.

Para determinar la distribución actual de las poblaciones de *P. splendens* y *B. miersii* se establecieron áreas de presencia en función de la distribución teórica disponible en la literatura, registros de especímenes de herbarios, comunicaciones personales, experiencia de los investigadores e información disponible en el catastro de bosque nativo. En base a la información recolectada con estos antecedentes se realizaron salidas a terreno de manera de validar la información de la distribución obtenida.

Distribución potencial.

Para determinar la distribución potencial de las poblaciones de las especies objetivo, se utilizó la información generada en el punto anterior para acotar las zonas de recolección de datos de localización de especies, información necesaria para el posterior proceso de modelamiento. El proceso de recolección de datos consistió en georreferenciar individuos en las diferentes localidades con presencia registrada de las especies, con el fin de generar una base de datos lo más precisa posible para ser utilizada en un software de modelamiento de máxima entropía, conocido como Maxent (Philips et al., 2004; 2006). Las variables ambientales fueron obtenidas de la base de datos climáticos Worldclim (Hijmans et al., 2005). En total se utilizaron 19 capas de información climática, las cuales fueron seleccionadas por su relevancia en la distribución de especies de plantas y por su uso documentado en otros estudios de modelamiento (Hijmans et al., 2005; Elith, 2006). La información obtenida como resultado del modelo se integró en una base SIG que fue utilizada como información base para determinar potenciales sitios prioritarios para restauración.

Disponibilidad de sitios para acciones de restauración.

Para determinar los sitios potenciales a restaurar se decidió implementar una evaluación multicriterio representado por un modelo lineal sin ponderación, con cuatro variables de entrada consistentes en las capas de distribución potencial obtenidas en el punto anterior, la distancia a los caminos y ciudades (índice de alteración antrópica), distancia a Áreas Silvestres Protegidas y Sitios Prioritarios para la conservación de la Biodiversidad. A cada una de las variables se les asoció un puntaje de 1 a 10, donde 1 era el peor escenario y 10 el mejor. Con estos datos se generó un modelo en base SIG donde se calculó el promedio aritmético de las cuatro variables implementadas. Como resultado se creó un mapa de sitios prioritarios para iniciativas de restauración para ambas especies.

Diversidad genética dentro y entre poblaciones.

Para llevar a cabo el análisis genético, se extrajeron muestras de ADN de brotes foliares de los individuos de las poblaciones prospectadas. El nivel de diversidad genética se estimó utilizando técnicas basadas en marcadores moleculares ISSR siguiendo el procedimiento descrito por Carrasco et al (2007, 2009) y García et al., (2008), utilizando para ello 5 partidores ISSR. Para determinar la distribución de la variabilidad genética entre poblaciones (Φ^{st}) se aplicó un AMOVA. Para visualizar la organización de variabilidad genéticas de las poblaciones estudiadas se realizó un Análisis de Componentes Principales, y las relaciones genéticas de los individuos estudiados fue analizada mediante el programa "Structure v.2.1"(Pritchard et al., 2000).

RESULTADOS

Tomando en cuenta que uno de los principales objetivos de este proyecto era proponer y evaluar una metodología que permitiera evaluar de forma integral el estado de conservación de especies, consideramos que la información obtenida es relevante para establecer nuevos criterios que pueden ser incorporados.

El primero de ellos sería incorporar dentro de los análisis, modelaciones que permitan estimar de una forma objetiva las distribuciones originales que las especies tenían previo a la intervención del hombre. Si bien en la actualidad existen algunos documentos que proponen distribuciones potenciales (e.g. Gajardo, 1994), la escala de análisis de estos documentos son demasiado amplias como para ser representativas de especies particulares.

Un segundo criterio, y que ha sido sugerido por otros autores (Marquet, 2000; Moreira, 2004), es la incorporación de variables genéticas para estimar el estado de conservación de las especies, especialmente en casos de poblaciones fragmentadas. Si bien en nuestro trabajo utilizamos dos poblaciones que presentan una alta fragmentación, no encontramos mayores diferencias entre ellas, lo que si bien sugiere que las poblaciones por el momento genéticamente se encuentran en un buen estado de conservación, no implicaría que en el futuro puedan presentar problemas por un potencial efecto "cuello de botella".

Por ello la incorporación, en los análisis del estado de conservación de las especies, de factores como potenciales sitios para restauración, se vuelve una estrategia proactiva que podría dar luces del potencial de viabilidad de las especies en peligro en zonas donde actualmente no están presentes, pero que reúnen características idóneas para la generación de futuras poblaciones viables.

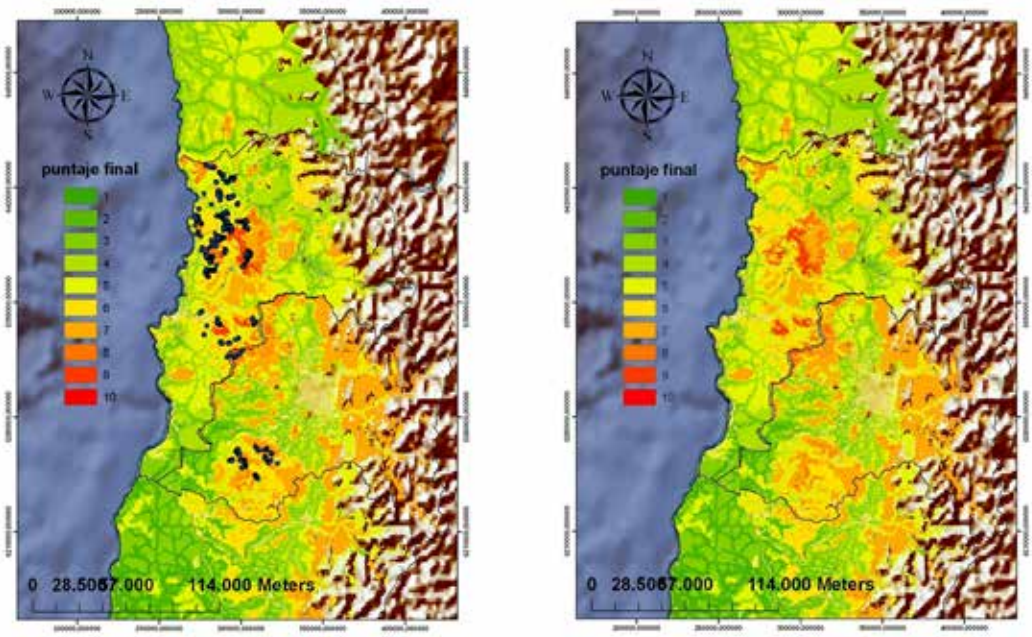

Figura 1. Mapa de sitios potenciales para la restauración de belloto del norte. Aquellos lugares más rojizos corresponden a sitios con condiciones más favorables para iniciativas de conservación/restauración. Los puntos negros de la izquierda representan las zonas con presencia actual de la especie. Los mejores sitios se encuentran limitados a laderas de exposición sur de la cordillera de la costa de la Regiòn de Valparaíso.

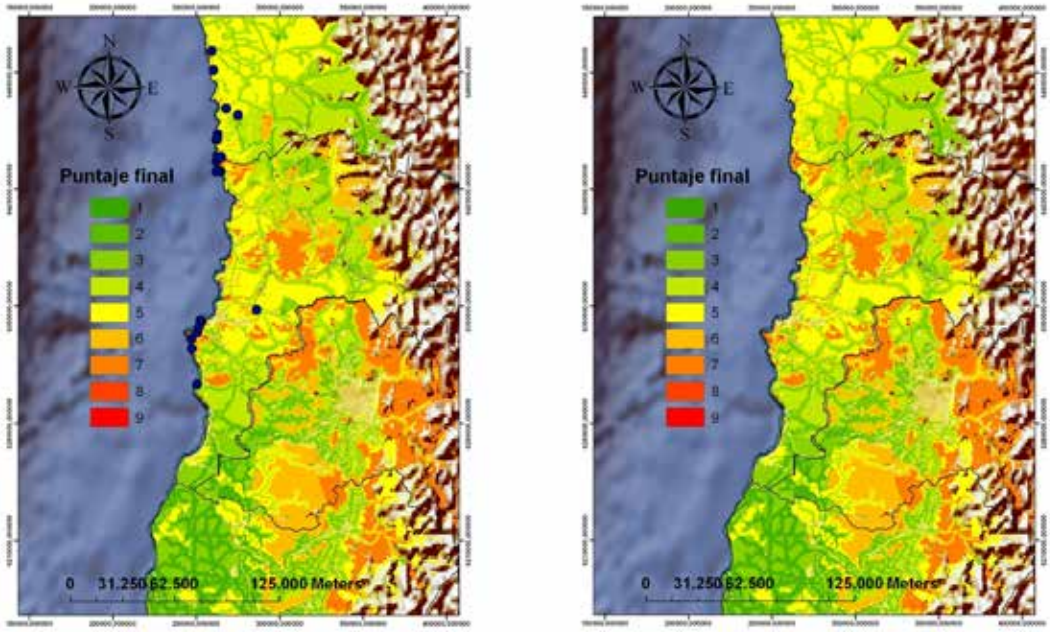

Figura 2. Mapa de sitios potenciales para la restauración de lúcumo chileno. Aquellos lugares más rojizos corresponden a sitios con condiciones más favorables para iniciativas de conservación/restauración. Los puntos negros de la izquierda representan las zonas con registro de la especie. Los sitios con las mejores condiciones se encuentran limitados a escasas zonas costeras.

BIBLIOGRAFÍA

Arroyo, M. T. K., P. A. Marquet, C. Marticorena, J. Simonetti, L. Cavieres, F. Squeo, R. Rozzi, and F. Massardo 2008. El Hotspot Chileno: Prioridad Mundial Para La Conservación. Pages 90-95 in J. Rovira, J. Ugalde and M. Stutzin, editors. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Conama, Santiago.

Avilés, R. 2009b. Ficha Antecedente de Especie: Beilschmedia miersii. ID 121. Conama.

Benoit, I. 1989. Lista roja de la flora terrestre de Chile. Conaf, Santiago, Chile.

Carrasco B., M. Garcés, P. Rojas, G. Saud, R. Herrera, J. B. Retamales y P.D.S. Caligari 2007. The Chilean strawberry (Fragaria chiloensis L. Duch.): Genetic diversity and structure. J. Am. Soc. Hort. Sci. 132: 501-506.

Carrasco B., P. Ávila, J. Pérez-Díaz, P. Muñoz, R. García, B. Lavandero, A. Zurita-Silva, J.B. Retamales, y P.D.S. Caligari 2009.. Genetic structure of highland papayas (Vasconcellea pubescens (A. DC.) Badillo) cultivated along a geographic gradient in Chile as revealed by Inter Simple Sequence Repeats (ISSR). Genet. Res. Crop. Evol. 56: 331- 337.

Cavieres, L. A., M. Mihoc, A. Marticorena, C. Marticorena, O. Matthei, and F. A. Squeo 2001. Determinación de áreas prioritarias para la conservación: análisis de parsimonía de endemismo (PAE) en la flora de la IV Región de Coquimbo. Pages 159-170 in F. A. Squeo, G. Arancio and J. R. Gutiérrez, editors. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Elith J., C. Graham, R. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. Hijmans, F. Huettmann, J. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. Lohmann, B. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. McC. Overton, A. Peterson, S. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R. Schapire, J. Anabalon, S. Williams, M. Wisz, y N. Asquith 2006. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. Ecography 29:129-151.

García R., P. Peñailillo, B. Carrasco, R. Herrera, M. Moya, J. Valdés, L. Letelier, y P.D.S. Caligari. 2008. Genetic variability and structure of Gomortega keule (Molina) Baillon (Gomortegaceae) relict populations: geographical and genetic fragmentation and its implication for conservation. Botany 86: 1299-1310.

Hechenleitner, P., M. F. Gardner, P. I. Thomas, C. Echeverría, B. Escobar, P. Brownless, and C. Martínez. 2005. Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo, Chile.

Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones, y A. Jarvis 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25:1965-1978.

Mittermeier, R. A., N. Myers, J. B. Thomsen, G. A. B. D. Fonseca, and S. Olivieri 1998. Biodiversity Hotspots and Major Tropical Wilderness Areas: Approaches to Setting Conservation Priorities. Conservation Biology 12:516-520.

Mittermeier, R. A., P. R. Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C. G. Mittermeier, J. Lamoreux, and G. A. B. D. Fonseca. 2004. Hotspots: Biodiversidad Amenazada II. Nuevas Ecorregiones Terrestres Prioritarias del Mundo. Cemex, México DF.

Muñoz, M., H. Nuñez, and J. Yáñez 1997. Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en Chile. Ambiente y Desarrollo 13:90-99.

Pritchard, J. K., Stephens, M. y Donnelly, P 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. Genetics 155, 945–959

Phillips, S., y M. Dudík 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. Ecography 31:161-175.

Phillips, S. J., M. Dudík, y R. E. Schapire 2004. Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning. Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning, Banff, Alberta, Canada, 2004.

Fernández, I., N. Morales, L. Olivares, J. Salvatierra, M. Gomez, and G. Montenegro 2010. Restauración Ecológica para Ecosistemas Vegetales Nativos Afectados por Incendios Forestales. LOM Ediciones, Santiago, Chile. 162 p.

Gajardo, 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165 p.

Glade, A. A. 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Conaf, Santiago.

Marquet, P. A. 2000. Informe Final Proyecto Elaboración del Anteproyecto de Reglamento que fija los Procedimientos para la Clasificación de Especies de Fauna y Flora Silvestres en Categorías de Conservación. Conama, Santiago, Chile. 54 p.

Moreira, A. 2004. Estado de conservación de la flora de Chile: riesgos y desafíos. Boletín Especies Amenazadas IUCN Sur 3:5-6.

Avilés, R. 2009a. Ficha Antecedente de Especie: Pouteria splendens. ID 133. Conama.

Conama 2008. Listado de Especies Clasificadas en 1°, 2° y 3° Proceso. Conama.

Propuesta de desarrollo estratégico de recuperación de poblaciones de las tres grandes cactáceas columnares de Tarapacá.

026/2010

Investigadora responsable: Raquel Pinto B.*
Co-investigador: Pablo Ortega B.

BREVE RESUMEN

La región de Tarapacá está conformada por pisos altitudinales: cordillera de la costa, precordillera y altiplano. En ellos se desarrollan formaciones xerofíticas donde las especies emblemáticas corresponden a las tres grandes cactáceas columnares *Eulychnia iquiquensis* (copao), *Browningia candelaris* (cactus candelabro) y *Echinopsis atacamensis* (pasacana) respectivamente. Estas especies de alto valor ecológico conforman los bosques de nuestra región, siendo en algunos sectores las especies dominantes del paisaje (Pinto et al., 2004; Pinto, 2006; Pinto, 2007; Pinto et al., 2009). Ellas han sido intensamente explotadas como recurso maderero y combustible en el pasado. En la actualidad continúa la extracción de *E. atacamensis* con supuestos fines ornamentales y de *Browningia* por la actividad minera. Además dos de ellas, *Eulychnia* y *Browningia*, han sufrido los efectos del cambio climático de los últimos tiempos, con la consecuente reducción de las poblaciones, reducción del área de ocupación y ausencia de regeneración. Por otro lado, todas ellas se encuentran en categoría de amenaza (Belmonte et al, 1998; Hoffmann et al., 2005). Este proyecto desarrolló una serie de acciones directas tendientes a la recuperación de estas especies.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A pesar de las condiciones climáticas actuales de aridez en la zona, la escasez de lluvia y el grado de deterioro en que se encuentran las poblaciones de las tres grandes cactáceas de Tarapacá, con la producción masiva de cactus en vivero y la posterior introducción de ellas en hábitat bajo la instalación de sistemas hídricos apropiados para cada especie, junto con promover el empoderamiento de las comunidades locales de estos recursos, es posible contribuir a la recuperación, conservación y protección de dichas poblaciones. Los objetivos planteados en este proyecto fueron: formar un stock de semillas; formar un stock de plántulas cultivadas a partir de semillas; inducir el fortalecimiento de ejemplares adultos en hábitat; realizar una experiencia piloto de forestación; controlar el crecimiento de plantas en hábitat marcadas en años anteriores; realizar actividades de difusión con talleres de capacitación en escuelas rurales y elaborar un manual de cultivo de cactus. - **Stock de semillas:** Se recorrieron diferentes poblaciones de cada una de las especies en cuestión, con el fin de colectar frutos en la época precisa para cada una de ellas, tratando de reflejar la diversidad genética. Luego se precedió a la obtención de las semillas de los frutos colectados. Se extrajo la pulpa, las semillas se lavaron, secaron y almacenaron en bolsas de papel debidamente rotuladas con el nombre de la especie, fecha y lugar de colecta georreferenciada. Estas se guardaron en refrigerador. - **Stock de plántulas:** Se construyó un vivero en policarbonato y nepal en Iquique. Se sembraron almacigueras en un sistema cerrado con semillas colectadas en diferentes años. La germinación se llevó a cabo a temperatura ambiente y luz

*Sin institución patrocinante.

natural. En esta etapa y en problemas de plagas y enfermedades se contó con la asesoría de Ricardo Keim e Ingrid Schuab del vivero de cactus Alvaralto. **- Fortalecimiento de ejemplares adultos de *Eulychnia* en hábitat:** Se realizó mediante la instalación de atrapanieblas en algunos de los ejemplares presentes en el ecosistema de niebla de Punta Gruesa, con el fin de obtener frutos. - **Experiencia piloto de forestación:** Se llevó a cabo utilizando el stock de plántulas de 4 a 10 años de edad con que se contaba, cultivadas a partir de semilla. Se seleccionaron los sitios para *Eulychnia* en el ecosistema de niebla de Punta Gruesa (800 m) y Patache (750 m), para *Browningia* en Parca y Mamiña (2500 m) y para *E. atacamensis* en Chijo (3900 m) en un terreno privado y pircado de don Antonio Moscoso. Se implementó un sistema hídrico apropiado para cada una de las especies, el que se pretende mantener durante cuatro a cinco años hasta que las plantas logren establecerse. **- Control de crecimiento en hábitat:** Se cuenta con plantas marcadas y medidas en años anteriores del 2002 y 2006 de las tres especies en diferentes sectores de la región, a las que se monitoreó su crecimiento. Se midió el alto de ejemplares juveniles de *Eulychnia* y *Browningia* en intervalos de tiempo de 18 meses, 6 y 10 años. Las plantas de *Echinopsis* marcadas fueron robadas. - Como parte de la difusión del proyecto se realizaron talleres de cultivo de cactus en algunas escuelas de la región, en Iquique con *Eulychnia*, en Mamiña con *Browningia*, y en Cariquima y Colchane con *E. atacamensis*.

RESULTADOS

Se formó un stock con 1.200.000 semillas de cactus del extremo norte de Chile (Arica-Parinacota y Tarapacá). De ellas, 512.000 corresponden a *Echinopsis*, 178.000 a *Eulychnia* y 199.000 a *Browningia*. Para formar el stock de plántulas (Figura 1) se sembraron 22.330 semillas de diferentes especies y de diferentes años de colecta. De ellas 4.320 corresponden a *Echinopsis*, 5.040 a *Eulychnia* y 3.600 a *Browningia*. Uno de los aspectos más notables fue el alto porcentaje de germinación (93% en *Echinopsis*, 86% en *Eulychnia* y 76% en *Browningia*) y observar que en todas las especies las semillas más antiguas alcanzaron un porcentaje mayor de germinación que las semillas colectadas el mismo año. Durante los primeros estadíos, y luego de los repiques, se produjo un porcentaje alto de mortandad de plántulas. El stock a la fecha de término de este proyecto (diciembre 2012) lo conforman 1.857 ejemplares de 1.5-4 cm de alto. De ellos, 1.414 corresponden a *Echinopsis*, 337 a *Eulychnia* y 106 a *Browningia*. Esto sin contar con las plántulas de tamaños menores que aún quedan en almacigueras, las que no se han repicado. Contar con ambos stocks permitirá dar continuidad a este trabajo. - La instalación de atrapaniebla para inducir el fortalecimiento de ejemplares de *Eulychnia* en hábitat produjo un cambio notable en las plantas, tanto en el crecimiento de los tallos como en el desarrollo de nuevos brotes. También produjo aparición de vegetación herbácea y arbustiva. Esto demuestra que los atrapanieblas constituyen una forma exitosa de restauración de ecosistemas de niebla, de bajo costo, fácil instalación, digno de replicarse sobre todo en especies en peligro de conservación. - En la experiencia de forestación (Figura 2) se plantaron 67 ejemplares de *Eulychnia*: 48 en Punta Gruesa y 19 en Patache. Los tamaños de las plantas fluctuaron entre 3-19 cm de alto. Estos se colocaron protegidos por rejilla bajo atrapaniebla, a excepción de dos de ellos que se colocaron sin atrapaniebla, a modo de control. Las plantas rápidamente fortalecieron sus espinas, desarrollaron signos de crecimiento apical y engrosamiento del tallo, a excepción de las que no tienen atrapaniebla que no han mostrado cambio alguno. De *Browningia* se plantaron 11 ejemplares de 9-13 cm de alto, 4 siguiendo un canal de regadío, 4 en los alrededores del cementerio en Parca y 3 en la escuela de Mamiña. Los ejemplares están en buenas condiciones. De *E. atacamensis* se plantaron 80 ejemplares: 39 corresponden a plántulas de 2 años de edad (2-2.5 cm de alto) y 41 a ejemplares de 4-22 cm de alto. Esta especie es la más fuerte y vigorosa de las tres y sentíamos que en ella tendríamos éxito seguro. Sin embargo, fue la que sufrió dos eventos negativos: enterramiento por escurrimiento de tierra producto de las lluvias estivales del 2012 y en el período de sequía, en invierno, casi todos los ejemplares pequeños y 4 de los ejemplares grandes fueron completamente comidos por ratones. Al término de este proyecto

(diciembre 2012) todas las plantas quedaron con protección de rejilla. Para lograr tener un resultado concreto se debe continuar el monitoreo por al menos 5 años hasta que las plantas alcancen un mayor tamaño y se hayan estabilizado en su ambiente. De aquí la importancia de darle continuidad a esta experiencia y así a futuro lograr realizarlo a mayor escala. - En cuanto al monitoreo del crecimiento en hábitat de *Eulychnia* y *Browningia* se registró un promedio anual de 1 cm en un intervalo de 10 años. Sin embargo, el 2012 se registró un crecimiento anual en algunos ejemplares de *Eulychnia* de hasta 10 cm y de *Browningia* hasta 20 cm. El efecto de atrapaniebla sobre *Eulychnia* triplicó el crecimiento.

Figura 1. Formación de un stock de plántulas: siembra en almacigueras (la germinación comienza a los 7 días) y repique a bandejas de helado (cuando las plántulas alcanzan de 1 a 2 cm de alto a los 6 a 12 meses).

BIBLIOGRAFÍA

Belmonte, E. L. Faúndez, J. Flores, A. Hoffmann, M. Muñoz & S. Teillier, 1998. Categorías de conservación de cactaceas nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 69-89.

Hoffmann, A. & H. Walter, 2005. Cactaceas en la Flora Silvestre de Chile. Segunda Edición revisada y aumentada con nuevas ilustraciones. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile, 307 pp.

Pinto, R. & D. Moscoso, 2004. Estudio poblacional de *Echinopsis atacamensis* (Cactaceae) en la región de Tarapacá, norte de Chile. Chloris Chilensis. Año 7, N° 2. URL. http://www.chlorischile.cl

Pinto, 2006. Estado de conservación de *Browningia candelaris* en la región de Tarapacá. Informe Técnico. Departamento de Medio Ambiente, Compañía Minera Cerro Colorado, 76 pp.

Pinto, R., 2007. Estado de conservación de *Eulychnia iquiquensis* (schumann) Britton et Rose (cactaceae) en el extremo norte de Chile. Gayana Botánica 64(1):97-108.

Pinto, R. & A. Kirberg, 2009. Cactus del extremo norte de Chile. Imprenta AMF Santiago, 246 pp

Figura 2. Experiencia piloto de forestación: ejemplares de *Eulychnia iquiquensis* colocados bajo atrapaniebla y protegidos por rejilla. Notable aparición y desarrollo de vegetación herbácea bajo los atrapanieblas.

Fundamentos para una normativa sobre origen de semillas y calidad de plantas de especies forestales nativas.

028/2010

Investigador responsable: Iván Quiroz M.*
Co-investigadores: Braulio Gutiérrez C., Edison García R., Alberto Ávila C.

BREVE RESUMEN

El origen de las semillas y la calidad de las plantas son factores determinantes del éxito de una plantación forestal, incidiendo directamente en su adaptación y rendimiento. Aún así, muchas plantaciones se efectúan con plantas generadas a partir de semillas de procedencias inadecuadas, o de los individuos menos apropiados de una procedencia local, así como con plantas con parámetros de calidad muy inferiores al óptimo. En tal escenario, es necesario implementar medidas tendientes a revertir esa situación y promover el uso de material de propagación de origen y calidad apropiados a los fines de plantación. Una de tales medidas es la formulación de normativas que regulen aspectos determinantes de la calidad de las plantas, particularmente el origen de sus semillas y los estándares de calidad de las plantas producidas en vivero. Reconociendo la situación anterior, el Instituto Forestal, a través de su Centro Tecnológico de la Planta Forestal se adjudicó en el 1er Concurso del Fondo de Investigación del Bosque Nativo el proyecto "Fundamentos para una normativa sobre origen de semillas y calidad de plantas forestales nativas", iniciativa destinada a recoger y analizar información para orientar y apoyar la formulación de las normativas que permitan regular y certificar las características relevantes del material de propagación forestal.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tuvo por objetivo realizar una caracterización del sistema nacional de abastecimiento de semillas y producción de plantas forestales nativas, y definir criterios de calidad que sirvan de base para el desarrollo de una normativa de certificación del origen y calidad de las plantas forestales. Como objetivos específicos consideró: (i) Definir la situación actual (línea base) del sistema de abastecimiento de semillas y producción de plantas; y (ii) Definir fundamentos para elaborar una normativa para clasificación de material genético y estándares de calidad de plantas.

Para cumplir con sus objetivos implementó una metodología basada en estudios prospectivos (encuestas) y de recopilación y análisis bibliográfico de documentación especializada. Implementó la encuesta "Situación actual del sistema de abastecimiento de semillas y producción de plantas en los principales viveros del país", que recogió información de 111 productores de plantas y permitió caracterizar a los viveristas nacionales. Adicionalmente, realizó una encuesta complementaria a 64 productores de plantas, donde se analizó el "concepto de planta de calidad en viveros de la zona centro-sur del país". Este último permitió identificar y evaluar las características de las plantas forestales que se producen en los viveros de las regiones antes señaladas, en lo referente a sus parámetros morfológicos, fisiológicos y de comportamiento.

*Instituto Forestal, sede Bio Bio.

Mediante análisis y evaluación de información técnica (publicaciones nacionales y extranjeras) y la experiencia profesional del equipo de trabajo, se definió una propuesta de clasificación de los materiales base de reproducción forestal (fuentes semilleras) para permitir la certificación del material de reproducción (semillas y plantas). Esta clasificación se efectuó en base a la revisión de diferentes sistemas de clasificación, usando como base la normativa europea y homologándola a las definiciones de la OECD. La definición de las fuentes semilleras se complementó con orientaciones para su establecimiento y manejo.

Se efectuó una revisión de los métodos de delimitación de zonas de procedencia, las variables de uso más frecuente y la forma en que han sido aplicados en distintos países del mundo. A partir del análisis de tales antecedentes se sugirió un enfoque para su implementación y se sintetizó las consideraciones relevantes para ello.

Por último, se realizó una síntesis de los principales aspectos de clasificación que son considerados para definir una planta de calidad (morfológicos, fisiológicos, comportamiento y criterios cualitativos y de descalificación), información obtenida fundamentalmente de los estándares establecidos en normativas internacionales (España, Alemania, Australia, Estados Unidos, entre otros), y de la experiencia llevada a cabo a la fecha en el marco de la Norma Chilena NCh 2957/0-5 Of.2006, de Material de Propagación Forestal.

RESULTADOS

Tal como se proyectó en su formulación, el proyecto desarrolló algunos fundamentos para elaborar una normativa que regule el uso de semillas y plantas forestales. Al respecto, generó información de gran valor, la que dio origen a una nueva iniciativa, esta vez con financiamiento de INNOVA Chile, mediante la cual los fundamentos desarrollados por el proyecto están siendo efectivamente utilizados para la formulación de una Propuesta de Reglamento de Semillas y Plantas Forestales.

Como resultado de los estudios prospectivos se confirmó la necesidad de mejorar el proceso de producción de plantas de especies forestales nativas, y la pertinencia de contar con una reglamentación que regule tales aspectos y permita aprovechar en mejor forma la potencialidad productiva de estas especies (Figura 1).

Respecto a la calidad de las semillas, se planteó que ésta depende, por una parte, de atributos como germinación, pureza, calibre y otros, que son relativamente fáciles de verificar; y por otra,

SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN

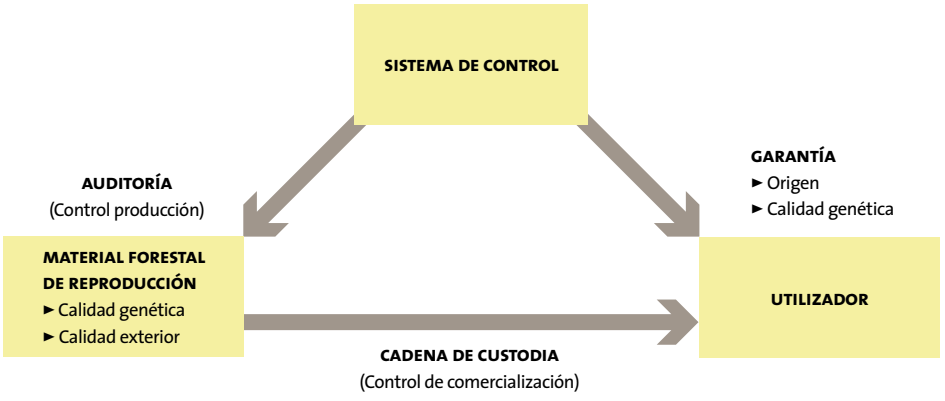

Figura 1. Esquema general de un sistema de certificación de calidad de semillas y plantas (Fuente: Alía et al., 2005)

aún más relevante, de aspectos relacionados con su origen (genético y geográfico). Estos últimos, precisamente por su dificultad de verificación, son los que en mayor medida requieren ser respaldados por un sistema oficial de certificación. Como resultados en esta materia, se elaboró una propuesta de clasificación de las fuentes de semillas o propágulos, para diferenciarlas y clasificarlas jerárquica e inequívocamente en función de su mérito, proponiendo una estructura de clasificación apropiada para apoyar el desarrollo de un reglamento o normativa (Cuadro 1). También se sintetizó antecedentes conducentes a la definición de zonas de procedencia para especies nativas, sugiriendo su elaboración en base a una aplicación multiespecífica del método divisivo y aportando elementos complementarios para la implementación de un mapa de zonas de procedencia, destinado a normar la transferencia y comercialización de semillas de distintos orígenes geográficos.

Cuadro 1.
FUENTES SEMILLERAS CLASIFICADAS EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE PROPAGACIÓN FORESTAL.

Material Base (fuente de semillas o propágulos)	**Categorías del Material de Propagación Forestal**			
	Identificado	**Seleccionado**	**Cualificado**	**Controlado**
Rodal	**X**			
Área productora de semillas		**X**		
Huerto semillero			**X**	**X**
Banco clonal				**X**

El proyecto estableció los fundamentos de una norma verificable, que permitiría certificar objetivamente la calidad de las plantas nativas destinadas a forestación. También resumió los aspectos relevantes que deben considerarse para establecer estándares de calidad de plantas, prestando especial atención en definir criterios y variables que permitan una efectiva discriminación de la calidad y potencial desempeño esperado de las mismas, y que al mismo tiempo fuesen de aplicación práctica, fácil verificación y compatibles con las condiciones de trabajo de los viveros nacionales.

BIBLIOGRAFÍA

Alía, R., Alba, N., Agúndez, D., Iglesias, S. (coord.) 2005. Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. Materiales de base y de reproducción. Serie Forestal. DGB. Madrid. 384 pp.

Herramienta de análisis a partir de la sistematización y representación espacial de información sobre formaciones xerofíticas del norte de Chile.

031/2010

Investigador responsable: Pablo Osses M.*
Co-investigadores: Josefina Hepp C., Eric Parra H.

BREVE RESUMEN

Las formaciones xerofíticas de la zona del desierto de Chile, presentes en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, corresponden a formaciones muy restringidas a ciertas zonas geográficas y con requerimientos específicos que las hacen particulares. A pesar de que existen estudios que presentan información muy completa y detallada sobre estas formaciones, ella se encuentra dispersa y fragmentada, y en muchos casos no está disponible fácilmente, o no es claro dónde buscarla.

Son necesarios sistemas que integren y organicen esta información. Los SIG (Sistemas de Información Geográfica) son herramientas diseñadas para el ingreso, acumulación, representación, análisis y entrega de datos geográficamente referidos a un área particular, así como también sobre temáticas predefinidas.

El objetivo de este proyecto fue sistematizar y ordenar información de las formaciones xerofíticas de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, organizándola en un SIG que facilitara la búsqueda y el análisis de información, especialmente dirigida a los tomadores de decisiones y actores sociales en general. Además, que permitiera dirigir esfuerzos de futuras investigaciones hacia temáticas o lugares que no hubieran sido sujeto de estudio.

En total se revisaron 186 líneas de base de estudios de impacto ambiental (EIA.), 105 artículos científicos y alrededor de 45 informes técnicos, libros y otros documentos. De estos, representaron cartográficamente 36 EIAs; 45 artículos científicos; y 17 informes; en total, 98 estudios distribuidos en 20 comunas.

El producto final del proyecto consiste en un SIG y archivos .kml para ser visualizados en Google Earth (que tienen la misma estructura del SIG). Esto constituye una herramienta que las instituciones que toman decisiones ambientales u otros interesados pueden usar. La Ley N° 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal tiene como objetivos la protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental; en este contexto, el contar con una herramienta que permite una aproximación directa a la información cartografiada sobre un territorio, sin duda facilita el proceso de toma de decisiones. Para tener éxito en la intención de regenerar, recuperar o proteger el bosque nativo y las formaciones xerofíticas, es necesario contar primero con sistemas de este tipo, en donde la información relevante está disponible y tiene una referencia clara en el territorio.

*Facultad de Historia, Geografía y Ciencia Política - Pontificia Universidad Católica de Chile.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Sistematizar y ordenar información de las formaciones xerofíticas de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Revisión bibliográfica sobre líneas de base contenidas en SEIA, revistas científicas, libros, informes técnicos y tesis de pre y post-grado sobre información de formaciones xerofíticas.

Sistematizar y organizar la información de formaciones xerofíticas en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Procesar la información base de manera de detectar áreas y temas que han sido objeto de estudio, así como aquellos sub-estudiados.

METODOLOGÍA

Sistematización y organización de la información.
Cada fuente fue revisada para decidir si la información contenida en ella podía ser sistematizada y si contaba con elementos para ser cartografiada (coordenadas, mapas). Cuando no existían estos datos de localización los estudios fueron descartados, ya que el objeto del proyecto era representar cartográficamente la información de manera fidedigna. También se descartaron aquellos estudios donde la información de vegetación que presentaban no era de primera fuente.

Una vez definido el universo de estudios a trabajar, se organizó la información en tablas para estudios de impacto ambiental, artículos científicos y otros textos, donde cada una contiene al menos: comuna donde se emplaza el estudio; tipo de estudio (línea de base, artículo, texto u otro); título del estudio; autor o responsables del estudio; año de publicación; referencia bibliográfica; información (nombres de especies) sobre riqueza, endemismo, especies más relevantes, y especies en alguna categoría de conservación; área (en km^2) cubierta por el estudio; y observaciones a la información de cada estudio.

Representación cartográfica de la información.
Una vez revisada la información contenida en los diferentes estudios, el proceso de elaboración de la representación cartográfica de la información se llevó a cabo como se describe a continuación.

Verificación de la existencia de información espacial en el estudio: en esta etapa se revisó el tipo de información espacial contenida en los estudios a fin de determinar la factibilidad de cartografiar la información.

Determinación de la referencia espacial de los datos: en este punto se comprobó la proyección espacial (Datum) con la cual fue levantada y representada la información espacial.

Digitalización de la información: una vez que se determinó la proyección de la información, se digitalizaron los datos creando las coberturas o shapes.

Enlace de tablas de información: una vez digitalizada la información se realizó una vinculación entre las tablas de información creadas anteriormente y los shapes digitalizados en el punto anterior.

Creación del Sistema de Información Geográfica: en esta etapa se sistematizó en un SIG todos los shapes digitalizados anteriormente. Se realizó una separación de los resultados de acuerdo al tipo de estudio y región.

Creación de archivos en formato .kml: cada uno de los shapes elaborados fue exportado al formato .kml de Google Earth. La información se desplegará siguiendo la misma estructura del SIG.

RESULTADOS

En total se revisaron alrededor de 340 documentos, de los cuales 98 fueron finalmente representados cartográficamente. Para cada una de las categorías de información, la cantidad de documentos utilizados fue la siguiente:

Estudios de impacto ambiental: el universo correspondió a 186 Líneas base revisadas, de las cuales solamente 36 contaban con la información suficiente para ser representados como áreas en el SIG.

Artículos científicos: Se tuvo conocimiento de alrededor de 180 artículos potencialmente relevantes, de los cuales 105 estuvieron disponibles para ser revisados. Finalmente, se cartografiaron 50.

Con respecto a los textos, el universo de documentos disponibles es bastante amplio; se tuvo acceso a alrededor de 47, se mapearon 18.

En la Tabla 1 se entrega la información general sobre documentos revisados, disponibles y cartografiados, según tipo de información.

La información anterior da cuenta de la cantidad de antecedentes relativos a formaciones xerófitas que son factibles de asociar a un territorio determinado, elemento que resulta cada vez más relevante, especialmente cuando se enfrentan proyectos de inversión importantes, especialmente en los sectores productivos de la minería y la energía.

Tabla 1.
NÚMERO DE DOCUMENTOS DE REFERENCIA, REVISADOS Y CARTOGRAFIADOS POR TIPO DE INFORMACIÓN.

	Estudios de impacto ambiental	Artículos científicos	Textos
Referencia	186	180	47
Disponibles:			
XV	11	19	3
I	25	27	3
II	142	44	27
Interregionales	8	15	14
Total	186	105	47
Útiles:			
Total	**36**	**45**	**17**

El producto final del proyecto consiste en una cartografía digital (ver Figura 1) en la que se encuentra representada la información contenida en las tablas de datos. El usuario podrá visualizar un mapa de las comunas y regiones del área de estudio con las áreas para las cuales existe información, y además acceder a una síntesis de los contenidos de esos estudios de manera fácil y rápida. Se trabajó en dos versiones de salida de resultados, una de ellas en un formato SIG tradicional cono-

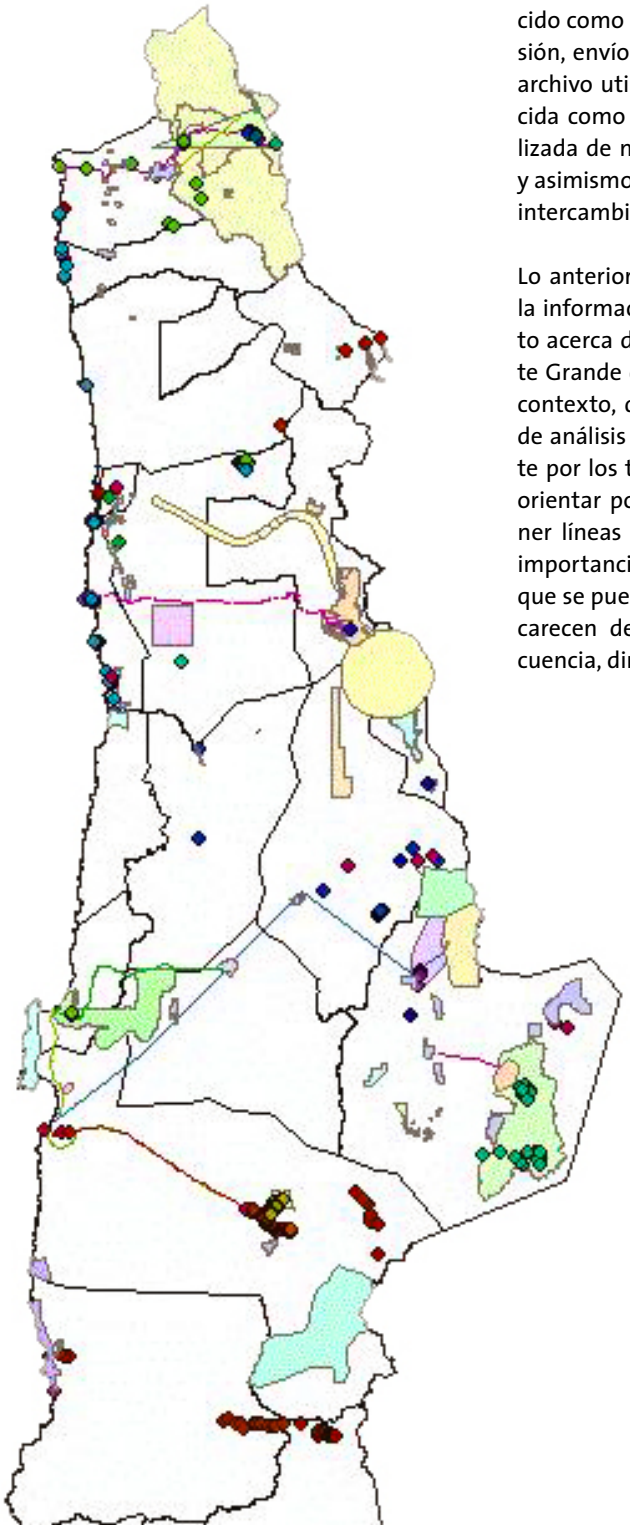

Figura 1. Vista general de las áreas de influencia de los estudios sobre el territorio.

cido como .shp y otro de uso masivo de fácil difusión, envío y lectura como es la aplicación .kml o archivo utilizable en la plataforma pública conocida como "Google Earth", la cual puede ser utilizada de manera gratuita por cualquier persona y asimismo, los archivos asociados son fácilmente intercambiables vía correo electrónico.

Lo anterior fue diseñado de esa forma para que la información relativa al estado del conocimiento acerca de las formaciones xerófitas en el Norte Grande de Chile pueda ser difundida, y en ese contexto, que se constituya en una herramienta de análisis que pueda ser consultada rápidamente por los tomadores de decisiones, con el fin de orientar políticas públicas y programas y proponer líneas de investigación futuras que sean de importancia nacional e internacional; además, que se puedan identificar aquellos territorios que carecen de información relevante y, en consecuencia, dirigir esfuerzos hacia ellos.

Evaluación de actividades de restauración de la cubierta arbórea en sectores de *N. macrocarpa o glauca* por medio de regeneración natural y plantación.

034/2010

Investigadora responsable: Karen Peña-Rojas*
Co-investigadores: Sergio Donoso C, Cristian Pacheco F., Sergio Durán A., Evelyn Galdámez E., Claudia Espinoza C.

BREVE RESUMEN

La ecorregión de Chile central, es considerada como una de las 25 áreas más relevantes a nivel mundial, en cuanto a su biodiversidad, por ser uno de los pocos ecosistemas mediterráneos existentes en el mundo (Myers et al., 2000). En ella se encontraron formaciones esclerófilas y de latifoliadas caducas (Donoso, 1993; Gajardo, 1994), con una distribución geográfica reducida y biogeográficamente aisladas, dándole un carácter único.

Las principales amenazas para estos bosques son: la degradación y la destrucción de los ecosistemas debido a su uso inadecuado, la conversión e incendios forestales (Fuentes, 1998; García y Ormazábal, 2008). Ello genera ecosistemas fragmentados, en proceso de degradación, menor diversidad biológica y servicios ecosistémicos, lo que será acrecentado por el cambio climático.

Por lo anterior, es necesario establecer y evaluar pautas silviculturales y generar información requerida para la construcción de modelos de gestión, para formaciones con *N. macrocarpa* y/o *glauca*, en relación a la regeneración natural y plantación, y complementariamente con especies del bosque esclerófilo. Esto con el fin de favorecer la recuperación de la cubierta arbórea y mejorar los servicios ecosistémicos de dichas formaciones vegetales.

Se realizó el seguimiento y las evaluaciones en sobrevivencia, crecimiento, variables fisiológicas y microambientales, entre otras, en ensayos de regeneración y plantaciones. Complementariamente a los ensayos de regeneración por semilla en el cerro El Roble, Reserva Nacional Los Cobres de Loncha y en el predio Pantanillo, se colectaron semillas y se caracterizaron. Los ensayos de plantación con *Nothofagus* fueron realizados en el cerro El Roble y en el predio Pantanillo.

Se obtuvo información básica requerida para generar pautas de gestión con el objeto de favorecer la regeneración y la sobrevivencia de la plantación de *N. macrocarpa* y *glauca*, que permiten apoyar la recuperación de la cubierta arbórea de éstas.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El tipo forestal roble-hualo se encuentra bajo una fuerte presión ambiental, por la mediterraneidad de su distribución y exposición a procesos de sequía y altas temperaturas durante el verano, y antrópica, por la sustitución de bosque nativo con plantaciones de rápido crecimiento y cultivos agrícolas. En ambientes mediterráneos, es importante evaluar las medidas de rehabilitación con variables

*Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza - Universidad de Chile.

ambientales y fisiológicas (Mitchell, 1992; Bréda et al., 1995; Vertovec et al., 2001; Donoso y Ruiz, 2002). Entre ellas, las más importantes por su interpretación ecológica, destaca el potencial hídrico (Ψ) por su relación con el contenido hídrico del suelo (Tyree y Ewers, 1991; Breda et al., 1995; Otieno et al., 2006).

El objetivo del proyecto fue evaluar diferentes actividades silviculturales orientadas a restaurar bosques mediterráneos de alto valor ecológico con presencia de *N. macrocarpa* o *glauca* por medio de regeneración natural o plantación.

Los sectores seleccionados para el estudio fueron; cerro El Roble (CR), Región Metropolitana (32° 58' latitud S, 71° 01' longitud O), con una formación de Roble de Santiago (*N. macrocarpa*), predio Pantanillo (PP), Región del Maule, (35° 26' latitud S, 72° 17' longitud O), con una formación de hualo (*N. glauca*) y Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha (RNCL), Región O'Higgins (34° 9' latitud S, 70° 57' longitud O), con formaciones de *N. macrocarpa* y *glauca*.

En los sectores se realizaron parcelas de 500 m², para caracterizar los sectores y hacer una evaluación dendrométrica de los árboles. Luego se seleccionaron áreas donde se instalaron los ensayos de regeneración y plantación. También, se colectaron semillas para caracterizarlas a través de: la viabilidad de las semillas, el número de semillas por kilo (NSK), la capacidad germinativa (CG), entre otras.

En los ensayos de regeneración natural se caracterizaron los árboles madre y se evaluó la cobertura arbórea (CA) e índice de área foliar (LAI), mediante la toma de imágenes hemisféricas.

En las parcelas de regeneración natural del año se evaluó la sobrevivencia de las plántulas según cobertura (sin cobertura, 50% y 80% de cobertura) y montos de riego (sin riego y con 5 litros de riego cada 15 días). Se realizó un seguimiento del contenido de agua del suelo (antes del riego), la temperatura del suelo y la radiación fotosintéticamente activa (PAR), de forma mensual durante noviembre a abril.

En las parcelas de regeneración de más de un año, se monitoreo su crecimiento (diámetro a la altura al cuello (DAC), longitud) y sobrevivencia, y variables ambientales antes descritas, durante noviembre a abril. Además, se caracterizó y evaluó la biomasa total y por componente, y relación parte aérea/parte radicular (PA/PR).

En los ensayos de plantación se evaluó la CA y LAI según metodología descrita, y las plantas fueron caracterizadas previamente a través de la medición y marcación del DAC y altura, biomasa y PA/PR.

Se evaluó el trabajo en el suelo (casillas con colectores y zanjas de infiltración), cobertura (sin cobertura, mediana y baja cobertura) y riego en el caso de CR, y sin riego en PP. Se evaluó sobrevivencia, crecimiento y respuestas hídricas, y variables ambientales. El desarrollo de las plantas se analizó a través de las mediciones del DAC y longitud de las plantas en diciembre y abril.

Con la información obtenida se establecieron bases para desarrollar protocolos silvícolas dirigidos a la recuperación de la cubierta arbórea de estas formaciones vegetales a través de la regeneración natural y plantación.

RESULTADOS

Los bosques de *N. macrocarpa* de CR y RCL son renovales marginales de acuerdo a su área basal y su estructura presenta un alto número de vástagos de DAP pequeños (menores a 20 cm), con estructura diamétrica tipo J inversa. Los renovales presentes en CR y RCL son de monte bajo.

Hualo en PP y RCL presenta una distribución diamétrica bimodal, que sugiere que puede ser multietaneo, encontrándose una población mayor en torno a 40 cm de DAP y otra menor en torno a 15 cm de DAP, posiblemente más jóvenes. En RCL los bosques de hualo presentan una mejor ocupación del sitio, a juzgar por el área basal y, posiblemente, más avanzado en desarrollo que los de PP.

N. macrocarpa presenta un 97% más de NSK que hualo, siendo un 38% mayor en RCL que CR; en hualo el NSK es similar en RCL y PP. La viabilidad supera el 70% en ambas especies y en los tres sectores. La CG es medianamente buena para las dos especies

y depende del tratamiento pregerminativo. Para el hualo la CG es mayor en las semillas de RCL, mientras que en *N. macrocarpa* es mayor en las de CR.

En CR se observa una nula presencia de regeneración natural del año de *N. macrocarpa*. Esto se puede deber a la escasa a nula producción de semillas durante los años 2010 a 2012, mientras que en RCL –que si presentó semillación el año 2010– se obtuvo en promedio 2.867 plántulas del año por hectárea. Para el hualo es baja la regeneración natural comparándola con otros *Nothofagus,* a pesar que en RCL existió un 92% más de regeneración del año que en PP (17.975 y 1430 plantas/ha en promedio respectivamente). En ambas especies se ve una concentración de la regeneración en algunas zonas.

El DAC, longitud y PA/PR promedio de la regeneración del año de *N. macrocarpa* en RCL son de 0,9 mm, 4,1 cm y 0,1 respectivamente, inferiores a las de hualo en RCL y PP. La sobrevivencia de la regeneración del año de *N. macrocarpa* en RCL disminuyó en un 80% desde enero a marzo, mientras en hualo la sobrevivencia disminuyó un 57% en RCL y un 75% en PP. Según estos resultados y los obtenidos en CR en evaluaciones, *N. macrocarpa* se encuentra con problemas de regeneración, mientras que en los bosques de hualo este problema es menos grave. El riego quincenal en CR aumentó la sobrevivencia de la regeneración de *N. macrocarpa*.

Si bien la regeneración de más de un año mostró una sobrevivencia alta e incrementos en DAC y longitud, no se observan en las formaciones analizadas árboles juveniles, como es normal encontrar en otros bosques de *Nothofagus*.

La plantación de *N. macrocarpa* en CR bajo una CA promedio de 75%, con plantas de estacas de 3 a 4 años de edad, presentaron una tendencia a aumentar su DAC y disminuir su longitud, mientras que las bajo CA (inferior a 50%) presentaron una tendencia a disminuir su DAC y longitud, independiente del riego. La sobrevivencia fue disminuyendo con el tiempo, alcanzando los mayores valores en CA alta y los menores valores en CA baja luego de un año de plantación. El Ψ de las plantas vivas en Dic-11 fue de -1,1 MPa y en Feb-12 de -2 MPa, mientras que el CHR fue superior al 80% en ambas épocas de evaluación, indicando que aumentó la restricción hídrica.

La plantación en CR con *N. macrocarpa* de un año, provenientes de semillas, presentaban en Sept-11 un 50% de sobrevivencia en promedio para ambas CA de plantación, con una tendencia a disminuir en el tiempo, alcanzando un 8,4% en Abr-12. El Ψ en Dic-11 fue de 0,6 MPa y un CHR de 86% en promedio, mientras que en Feb-12 el Ψ fue más negativo, llegando en promedio a -1,7 MPa y CHR de 79%, indicando que a pesar del riego presentan restricción hídrica.

La plantación con hualo en PP en casilla con colectores, con plantas de bolsas, aumentaron su DAC, mientras que las plantadas en zanjas de infiltración disminuyeron su DAC, desde Jul-11 a Nov-12, independientemente de la CA y sin un patrón claro en el incremento en longitud. En las a raíz desnuda existió crecimiento en DAC y longitud en todos los tratamientos desde Jul-11 a Nov-12, siendo mayores en las plantadas en zanjas sin CA y luego en las con CA y casillas con colectores. La sobrevivencia en Nov-12 fue mayor en las plantas de bolsa bajo CA con zanja de infiltración (89%), mientras que la menor sobrevivencia se observó en las plantas de bolsa sin CA en casillas con colectores (33%). El Ψ siempre fue más negativo en Abr-12 (-2MPa) que en Jul-11, independientemente del tratamiento, siendo más negativos en las con casillas y bajo CA. El CHR también disminuye independientemente del tratamiento, pero siempre superiores a 70%, indicando que a fines del verano se encuentran con restricción hídrica moderada a severa. Los tratamientos con CA presentan menores temperaturas máximas del suelo y menores PAR que los sin CA, mientras que en contenido hídrico del suelo no varió entre CA.

A partir de los resultados obtenidos, se corrobora un patrón de restricción hídrica estival que se reduce latitudinalmente de norte a sur. Entonces, en las condiciones ambientales más restrictivas para la especie del bosque mediterráneo chileno, la cobertura parcial de forma artificial o empleando la vegetación arbustiva y arbórea presente, reducen

en la etapa inicial los estreses, principalmente en el periodo de verano. La información recopilada no permite indicar si en unos años más la competencia con la vegetación acompañante se volverá un escollo para el desarrollo y sobrevivencia de las plantas. Para *N. macrocarpa*, en la RM, es fundamental aplicar riego estival.

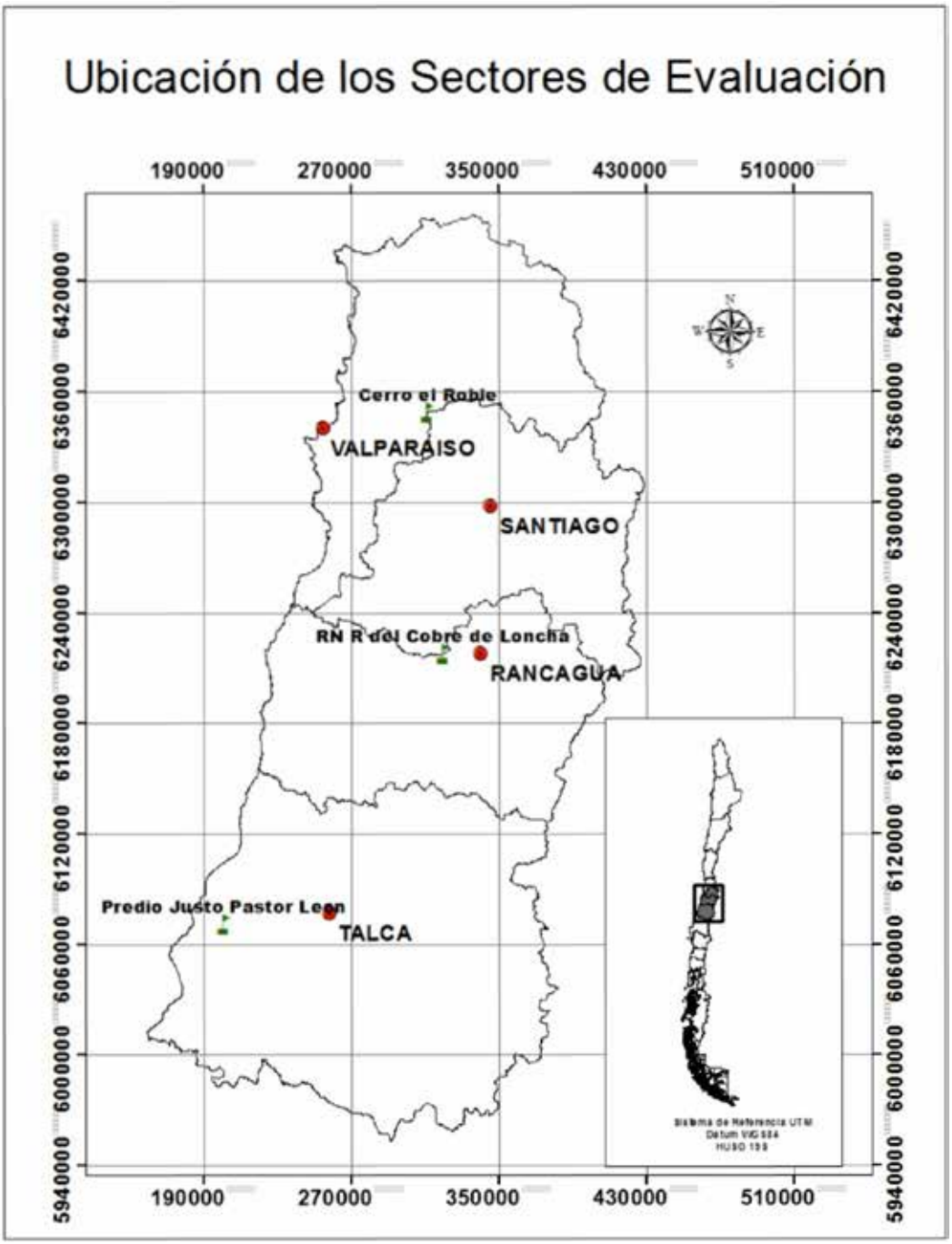

Figura 1 Mapa de ubicación de localidades en estudio: cerro El Roble (CR), Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha (RCL) y predio Pantanillo (PP).

BIBLIOGRAFÍA

BRÉDA N.; GRANIER A. Y AUSSENAC G. 1995. Effects of thinning on soil and tree water relations, transpiration and growth in a oak forest (Quercus petraea (Matt.) Liebl.). Tree Physiology, 15:295-306.

BRÉDA N, GRANIER A, BARATAUD F, MOYNE C. 1995. Soil water dynamics in an oak stand. 1. Soil moisture, water potentials and water uptake by roots. Plant and Soil 172: 17-27.

DONOSO, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina: Variación, estructura y dinámica. Primera edición. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 484 p.

DONOSO S. Y RUIZ F. 2001. Potencial hídrico y crecimiento de Eucalyptus globulus plantado a diferentes espaciamientos en la Provincia de Huelva, España. Bosque 22(1): 37-44.

FUENTES, E. 1988. Ecología del paisaje en Chile Central. Estudios sobre sus espacios montañosos. Santiago. Ediciones Universidad Católica de Chile. 125 p.

GAJARDO R. 1994 La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165pp.

GARCÍA, N. ORMAZÁBAL, C. 2008. Árboles Nativos de Chile. Enersis S.A. Santiago, Chile. 196 p.

MITCHELL A. 1992. Research solutions to problems in the management of established stands. Forest Ecology and Management, 49:119-132.

MYERS N, R MITTERMEIER, C MITTERMEIER, G FONSECA & J KENTS. 2000 Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853-858.

OTIENO D, C KURZ-BESSON, J LIU, M SCHMIDT, R VALE-LOBO, T DAVID, R SIEGWOLF, J PEREIRA, J TENHUNEN. 2006. Seasonal variations in soil and plant water status in a Quercus suber L. stand: roots as determinants of tree productivity and survival in the mediterranean-type ecosystem. Plant and Soil 283: 119-135.

TYREE M, EWERS F. 1991. The hydraulic architecture of trees and other woody plants. New Phytologist 119: 345-360.

VERTOVEC M, S SAKCALI, M OZTURK, S SALLEO, P GIACOMICH, E FEOLI, A NARDINI. 2001. Diagnosing plant water status as a tool for quantifying water stress on a regional basis in Mediterranean drylands. Annals of Forest Science 58: 113-125.

Efectos de las plantaciones forestales sobre la disponibilidad hídrica y fauna bentónica de los bosques pantanosos de la región de la Araucanía.

035/2010

Investigador responsable: Ricardo Figueroa J.*
Co-investigadores: Francisco Correa A., Jonathan Urrutia E.

BREVE RESUMEN

En la zona sur de Chile (32°-41°S) cerca del 15% de la superficie se encuentra intervenida con plantaciones de eucaliptus y pino (*Eucaliptus globulus, E. nitens* o *Pinus radiata*). En esta misma zona, existen abundantes bosques pantanosos (BP), áreas inundadas que soportan un importante componente vegetacional de tipo hidrófilo, únicos en el mundo, conocidos como "pitrantos, hualves o hualhues", de gran importancia ecológica y cultural. Recientes estudios muestran que las plantaciones forestales de especies exóticas modifican la distribución de las precipitaciones que llegan a estos ecosistemas. Por ello, el objetivo del presente proyecto fue determinar el efecto de la actividad forestal en la disponibilidad hídrica y la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (MIB) de los BP, región de la Araucanía. Para ello, se seleccionaron BP con diferentes niveles de uso forestal en sus cuencas, obteniendo un gradiente de intervención. Además, se estudiaron los patrones de distribución temporal de la comunidad de MIB. Los resultados muestran que el uso forestal de las cuencas, influye inversamente en la profundidad y volumen de agua de los BP, presentando escasez hídrica en la época estival e importantes volúmenes de agua en invierno. Asimismo, el componente boscoso nativo favorece una estabilidad en el régimen hídrico, manteniendo el agua durante todo el año. En relación a la composición y abundancia de los MIB, ésta estuvo dominada por insectos acuáticos, con diferencias significativas entre ambientes permanentes y temporales. No se registraron diferencias a escala temporal, indicando que los organismos de estos ambientes son resistentes a estos cambios. Se discute la inclusión de estos ecosistemas dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Los humedales boscosos de Chile son pocos conocidos y están representados por los "pitrantos", también conocidos como "hualves" o "hualhues", que en lengua mapuche significa ciénaga o pantano (Ferriere, 1982), compuesto por especies hidrófilas, principalmente mirtáceas, (*Myrceugenia*, *Blepharocalyx*, luma y tepualia; Figura 1). Se distribuyen entre Coquimbo y Puerto Montt a través de la depresión central, cordillera de la Costa y a mediana altura en la cordillera de los Andes (Ramírez, 1982). También se han documentado en la isla de Chiloé (Ramírez & San Martín, 2005). La variación natural de la cantidad de agua de estos ecosistemas, constituye un factor limitante para la actividad biológica, controlando aspectos como la productividad, la colonización y la formación de estructuras comunitarias únicas, altamente especializadas y restringidas a este tipo de hábitats

* Centro de Ciencias Ambientales EULA - Universidad de Concepción Chile.

(Hillmann & Quinn 2002; Coops et al., 2003; Nicolet et al., 2004; Tavernini et al., 2005; Fraga i Arguimbau, 2008), y que en Chile es prácticamente desconocida.

La hipótesis de estudio fue que el reemplazo de la cubierta vegetal con plantaciones forestales produce alteraciones en la distribución de los recursos hídricos, modificando la disponibilidad hídrica y la fauna acuática asociada. Como objetivo general se planteó determinar el efecto de la actividad forestal en la disponibilidad hídrica y la estructura de la comunidad de MIB de estos ecosistemas. Para ello se identificaron los ecotipos de 19 BP, utilizando 21 variables a escala de cuenca, procesadas de acuerdo a la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (tipo B) (EC 2000). Dentro de un mismo ecotipo se seleccionaron 5 sitios que mostraban un gradiente de intervención definida por el porcentaje de su cuenca destinado a plantación exótica. En cada sitio se realizaron muestreos bimensuales durante el periodo de 1 año, en los cuales se determinó el volumen de agua, el régimen hídrico y la variación anual del nivel de agua usando sensores autónomos, calibrados a intervalos de una hora (abril 2011-marzo 2012). Esto permitió determinar: profundidad máxima, mínima y media (cm), relación profundidad media/profundidad máxima, volumen máximo, mínimo (m^3) y la disponibilidad hídrica (%) que representa la diferencia entre el mayor y el menor volumen registrado en el año. El muestreo de MIB fue llevado a cabo mediante la utilización de 3 técnicas: 1) Corer metálicos de 400 cm^2 con borde cortante en la parte inferior y un sistema de cierre que impedía la pérdida del material recolectado, 2) Sustratos artificiales, bolsas de 5 mm de trama, llenas con 6 g de hojas de las especies dominantes (peso seco), y 3) Red de mano, con la cual se realizó un recorrido en los hábitat disponibles (5 minutos); El conjunto de técnicas permitió definir el método óptimo de muestreo de los MIB en este tipo de ambientes. Las muestras fueron conservadas en alcohol (95%) y rotuladas para su posterior identificación en laboratorio (González, 2003; McLellan et al., 2005; Domínguez et al., 2006, 2009). Paralelamente, se midieron variables fisicoquímicas de agua, para establecer posibles relaciones con la distribución de la comunidad de MIB.

RESULTADOS

La delimitación de tipologías de acuerdo a las características naturales de su microcuenca (e.g. climáticas, vegetacionales, edafológicas, geomorfológicas), permitió identificar cuatro ecotipos de BP, siendo relevantes las variables microclima, tipo de suelo y la pendiente. La mayoría de los sitios se clasificaron dentro del ecotipo 3, que se caracteriza por presentar un clima mediterráneo frío, con suelo franco-limoso y pendientes bajas. Las cuencas con menor porcentaje de plantaciones exóticas (<8%) y mayor porcentaje de bosque nativo (>21%), presentaron un régimen hídrico permanente durante todo el año, con profundidades medias entre 11 y 65 cm y un volumen medio entre 55 y 217 m^3 por cada 100 m^2 de BP. Asimismo, el volumen de agua y la profundidad de estos ambientes no presentaron una variación significativa en el tiempo. Por el contrario, las cuencas con mayor porcentaje de plantaciones forestales (>18%) y menor de bosque nativo (<17%) presentaron un régimen hídrico temporal, con un espejo de agua visible solo durante una parte del año. Las correlaciones entre las variables registraron una relación inversa entre el porcentaje de uso suelo con plantación exótica y la disponibilidad hídrica, profundidad mínima y volumen mínimo de agua. También se registraron relaciones directas entre el porcentaje de bosque nativo y la disponibilidad hídrica, volumen mínimo, profundidad media y profundidad mínima (Figura 2). Diversos estudios han demostrado que especies como *E. globulus, E. nitens* o *P. radiata*, pueden absorber hasta 3 m de profundidad el agua disponible en el suelo (Hofstede, 1997), además, estas especies, al contrario de lo que ocurre con las coberturas de bosque nativo, producen una mayor intercepción, evaporación y escorrentía superficial, y una menor infiltración (Boch & Hewlet, 1982). El flujo rápido del recurso hídrico hacia las zonas más bajas, ocupadas por BP u otros ecosistemas acuáticos, se traduce en la presencia de grandes volúmenes de agua en la época invernal y escasez del recurso hídrico en la época estival, situación reflejada en el presente estudio.

En relación a la comunidad de MIB, se identificó un total de 80 taxa, en su mayoría insectos acuáticos,

Figura 1. Imagen exterior e interior de los bosques pantanosos Quepe (arriba) y Petrenco (abajo).

principalmente de los órdenes Coleoptera, Diptera y Tricoptera. Además, se observó que la comunidad de MIB de ambientes permanentes se diferencia de la comunidad de sitios con régimen hídrico temporal, siendo la composición y abundancia de Chironomidae, Oligochaeta, Asellidae, Hyallelidae, Acari y Elmidae los que explican esta diferencia. No se registraron diferencias en la comunidad de MIB a escala temporal, indicando que los organismos presentes en este ambiente resisten condiciones de inundación/desecación. Las relaciones establecidas, muestran que el volumen de agua fue identificado como una de las variables más relevantes en la estructuración de la comunidad de macroinvertebrados. El régimen hídrico de los BP depende exclusivamente de los aportes de aguas lluvia y escorrentía superficial, pero la retención de la misma dependería de la presencia del bosque nativo asociado a la zona inundada y aquella que le rodea. Los resultados obtenidos indican la necesidad de nuevos estudios como: 1) cuantificación de la captura y almacenamiento de CO_2 por estructuras foliares y, 2) la necesidad de incluir este tipo de ecosistema dentro del SNASPE, antes de su pérdida total. La conservación de un área núcleo y una de amortiguación es clave para la mantención de los servicios ecosistémicos que ofrece los BP, como la protección de biodiversidad, captura de CO_2, belleza escénica, control de la temperatura local, disponibilidad de agua, beneficios que no han sido cuantificados ni valorados.

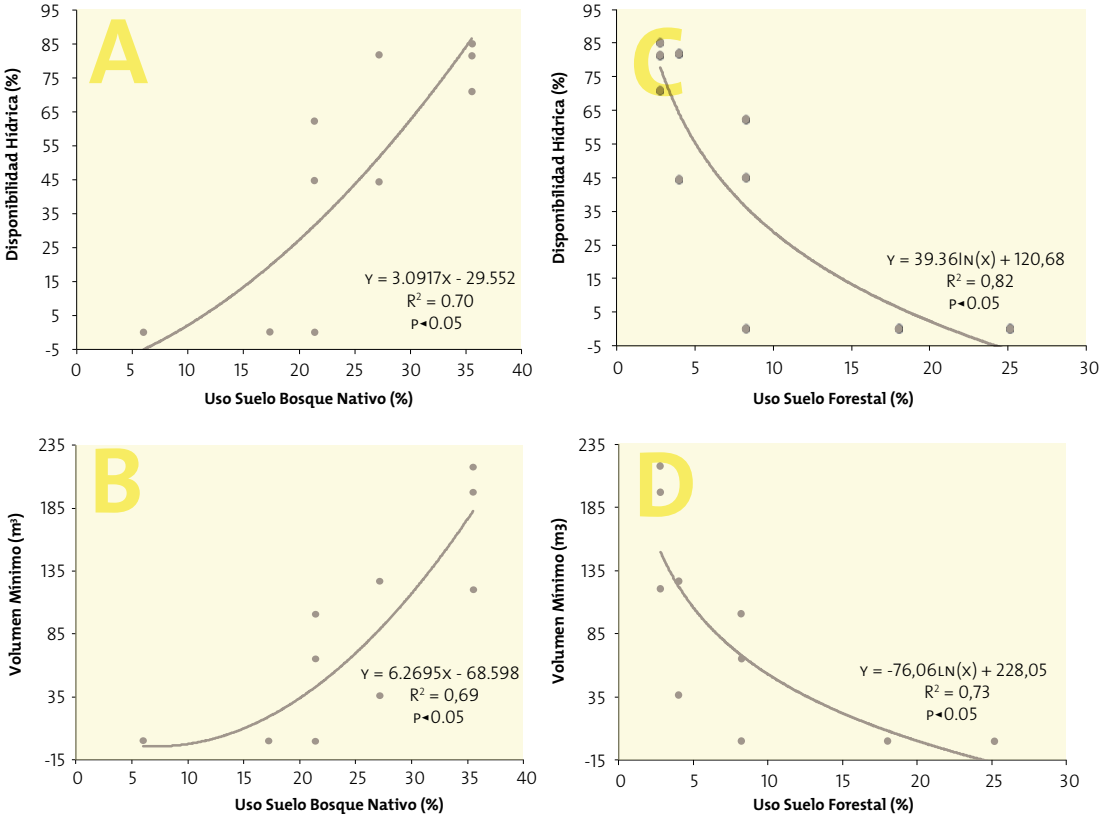

Figura 2. Gráficos que representan la relación entre el porcentaje de uso de suelo de bosque nativo (A, B) y forestal (C, D), con la disponibilidad hídrica y volumen mínimo de agua de los bosques pantanosos estudiados.

BIBLIOGRAFÍA

BOSCH J. & JD HEWLET (1982) A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. Journal of hydrology 55: 3-23.

COOPS H, M BEKLIOGLU & TL CRISMAN (2003) The role of water-level fluctuations in shallow lake ecosystems-workshop conclusions. Hydrobiologia 506: 23–27.

DOMÍNGUEZ E & HR FERNÁNDEZ (2009) Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. 656 pp.

DOMÍNGUEZ E, ML PESCADOR, MD HUBBARD, C MOLINERI & C NIETO (2006) Ephemeroptera of South America. In: Adis, J., J.R. Arias, G. Rueda-Delgado & K.M.Wantzen (Eds): Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA). Vol. 2. Pensoft, Sofía-Moscow, 646 pp.

European Commission (EC) (2000) Directive 2000/60/EC of the European parliament of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L327: 1-72.

FERRIERE F (1982) Distribución, flora y ecología de los bosques pantanosos de Mirtáceas en la región de Los Lagos, Chile. Tesis, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 80 pp.

FRAGA I ARGUIMBAU P (2008) Vascular flora associated to Mediterranean temporary ponds on the island of Minorca. Anales del Jardín Botánico de Madrid 65: 393-414.

GONZÁLEZ E (2003) The freshwater amphipods Hyalella Smith, 1874 in Chile (Crustacea: Amphipoda). Revista Chilena de Historia Natural 76: 623-637.

HILLMANN TJ & GP QUINN (2002) Temporal change in macroinvertebrate assemblages following experimental flooding in permanent and temporary wetlands in an Australian floodplain forest. River Research and Applications 18: 137–154.

HOFSTEDE R (1997) El impacto ambiental de plantaciones de Pinus en la sierra del Ecuador. Proyecto EcoPar, Universidad de Amsterdam, Larenstein Colegio Universitario Internacional, Velp, Holanda. 54 p.

MCLELLAN I, M MERCADO & S ELLIOTT (2005) A new species of Notoperla (Plecoptera: Gripopterygidae) from Chile. Illiesia 1: 33-39.

NICOLET P, J BIGGS, G FOX, MJ HODSON, C REYNOLDS, M WHITFIELD & P WILLIAMS (2004) The wetland plant and macroinvertebrate assemblages of temporary ponds in England and Wales. Biological Conservation 120: 261–278.

RAMÍREZ C (1982) Pasado, presente y futuro de la vegetación nativa del sur de Chile. Creces 3: 40-45.

RAMÍREZ C & C SAN MARTÍN (2005) Asociaciones vegetales de la cordillera de la Costa de la región de Los Lagos. pp 206-223. En: Smith-Ramírez C, J Armesto & C Valdovinos (eds) Historia diversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 708 pp.

RAMÍREZ C, C SAN MARTÍN & J SAN MARTÍN (1995) Estructura florística de los bosques pantanosos de Chile sur-central. pp 215-234. En: Armesto J, C Villagrán & MK Arroyo (eds) Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 477 pp.

TAVERNINI S, G MURA & G ROSSETTI (2005) Factors influencing the seasonal phenology and composition of zooplankton communities in mountain temporary pools. International Review of Hydrobiology 90: 358–375.

Determinación de distancias óptimas para protección de cauces con bosque nativo utilizando modelos de predicción de sedimentos basados en SIG.

041/2010

Investigador responsable: Pablo Ramírez de Arellano D. *
Co-investigadores: Patricio Rutherford Y., Paola Jofré F., Ramón Bustamante O., Pablo García Ch., Carlos Oyarzún O.

BREVE RESUMEN

El proyecto evaluó distintos anchos de zonas de protección con bosque nativo, el cual por sus características de dosel, densidad, materia orgánica, diversidad, etc. debería cumplir un rol de filtro para los sedimentos provenientes de zonas cosechadas. La investigación definió tres situaciones de pendiente (<30%, 30-45% y >45%), junto con distintas longitudes de zonas de protección (0,5 y 30 metros), para evaluar los sedimentos que pueden llegar a un cauce por medio de parcelas de escorrentía y trampas de sedimentos Gerlach. Adicionalmente, se implementaron dos modelos de predicción de sedimentos basados en SIG, que emplearon en su fase de calibración los datos de las parcelas. Los modelos utilizados corresponden al Unit Stream Power - based Erosion Deposition (USPED) y Water Erosion Prediction Project (WEPP), el primero de base física y el segundo empírico, a los cuales se les generaron rutinas de cálculo semiautomáticas de anchos de zona de protección en su proceso.

Los resultados del proyecto vislumbran que un ancho superior a 5 m no generaría disminuciones adicionales en los sedimentos que pueden llegar a un curso de agua desde una zona cosechada, sin importar el grado de la pendiente. Si bien, los resultados de los modelos de predicción de sedimentos sobreestiman la carga entregada, éstos permiten generar escenarios más exigentes de buffer que pueden asesorar otras actividades aportantes de sedimentos como los caminos. Por lo tanto, de las múltiples funciones que pueden cumplir las franjas de protección, la regulación de sedimentos que llegan a los cauces no son las que determinan el ancho máximo si se les compara con otras funciones como el aporte de materia orgánica, hábitat para la fauna o conectividad.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las áreas de protección de cauce han sido propuestas como una medida eficiente de disminución de sedimentos en el agua proveniente de áreas de intervención. Comúnmente un área de protección se define como una distancia horizontal al cauce y cuyo ancho depende de algún atributo del cauce o la pendiente que lo circunda. Diversos estudios y modelos se han desarrollado para el diseño de estas franjas, y la mayoría de ellos se orienta a la determinación de la calidad de agua. Hoy, sin embargo, aún existe duda respecto de cuál debe ser el ancho satisfactorio y bajo qué variables se debería establecer, lo que implica una complejidad en la planificación del territorio. Bajo estas ideas,

*Investigaciones Forestales Bioforest S.A.

se ha planteado la hipótesis que involucra que a mayor ancho de zonas de protección, mayor es la retención de sedimentos.

Los objetivos del proyecto están orientados a responder esta pregunta, teniéndose como objetivo general el identificar criterios de distancia de intervención del bosque nativo, que permitan una adecuada protección de cauces. Para cumplir con lo anterior, se definieron dos objetivos específicos que buscan, en primer lugar, evaluar el efecto de distintas distancias de intervención del bosque nativo al cauce en la disminución de sedimentos transportados por escorrentía superficial en distintas condiciones de suelo, precipitación y topografía y, en segundo lugar, calibrar y utilizar modelos de escorrentía para determinar distancias de intervención, más eficientes a cauces.

La metodología empleada para responder a los objetivos, consideró la instalación de parcelas de escorrentía y erosión (tipo Gerlach), ambas emplazadas en el predio Entre Ríos, de propiedad de Forestal Arauco, a unos 50 km en dirección noreste desde Valdivia. Las parcelas de escorrentía fueron diseñadas para obtener un valor de erosión laminar (en términos de peso de suelo seco), cuyo diseño siempre mantuvo 10 m de área aportante fuera del área de protección. La variabilidad de estas parcelas de escorrentía estaba en la longitud de la parcela ubicada dentro del área de protección. De este modo, las longitudes de las parcelas en diferentes largos e inclinación de tres situaciones de pendientes (0-30%, 30-45% y 45-60%) fueron siempre de 10 m en la zona aportante y de 0, 5 y 30 m dentro de la zona de protección.

Las parcelas de erosión (tipo Gerlach) fueron emplazadas dentro de la ladera desde el límite de inicio de la zona de protección a 0 m (fuera del límite de protección), 5 m, 10 m, 20 m y 30 m, cubriendo de manera más continua el rango de distancias disponibles en el sitio de estudio. Del mismo modo que en las parcelas de escorrentía, se evaluaron 3 rangos de pendientes (0-30%, 30-45% y 45-60%).

Se instalaron tres parcelas de escorrentía por situación de pendiente (3), obteniéndose un total de 9 parcelas. Para el caso de las parcelas Gerlach, se establecieron tres parcelas por distancia en el área de protección (5) y pendiente (3), haciendo un total de 45 parcelas. Los resultados de erosión obtenidos de las mediciones de estas parcelas fueron utilizados para la calibración de los modelos WEPP y USPED.

Adicionalmente, se obtuvo datos de precipitación en el área y periodo de seguimiento, desde el 15 de abril del 2011 al 27 de julio del 2012, datos de input imprescindibles para los distintos modelos y las simulaciones.

RESULTADOS

Junto con el análisis cartográfico para las laderas empleadas en el estudio (sectores de similares condiciones topográficas), se tomó 7 fotografías para cada una de las áreas de estudio en tres épocas distintas del año (totalizando 21 registros), con el fin de identificar alguna tendencia o cambios significativos en los valores de índice de área foliar (IAF) en los sectores de estudio. Los resultados de las fotografías muestran que las estructuras de los doseles de las parcelas fueron similares en su IAF y las diferencias que se presentaron entre los ensayos se pueden asumir como despreciables.

Las parcelas de escorrentía sin una zona buffer presentaron una mayor tasa de arrastre de sedimentos. Según estos resultados, cabe destacar que un buffer de 5 metros de longitud logró disminuir de forma eficiente la sedimentación, y un aumento en la longitud en la zona de protección de hasta 30 metros solo logró mantener esta tendencia. En general, para pendientes laterales mayores a 30%, ya desde los 5 metros de buffer se logró disminuciones sobre el 90% de los sedimentos respecto a las sin buffer (0 m) (Figura 1).

La pendiente jugó un rol fundamental en los montos de sedimentación, si se comparan las tres zonas sin buffer, en donde esta aumentó de forma drástica al presentar una mayor pendiente (Ensayo E1 < 30%, Ensayo E2 entre 30 - 45% y Ensayo

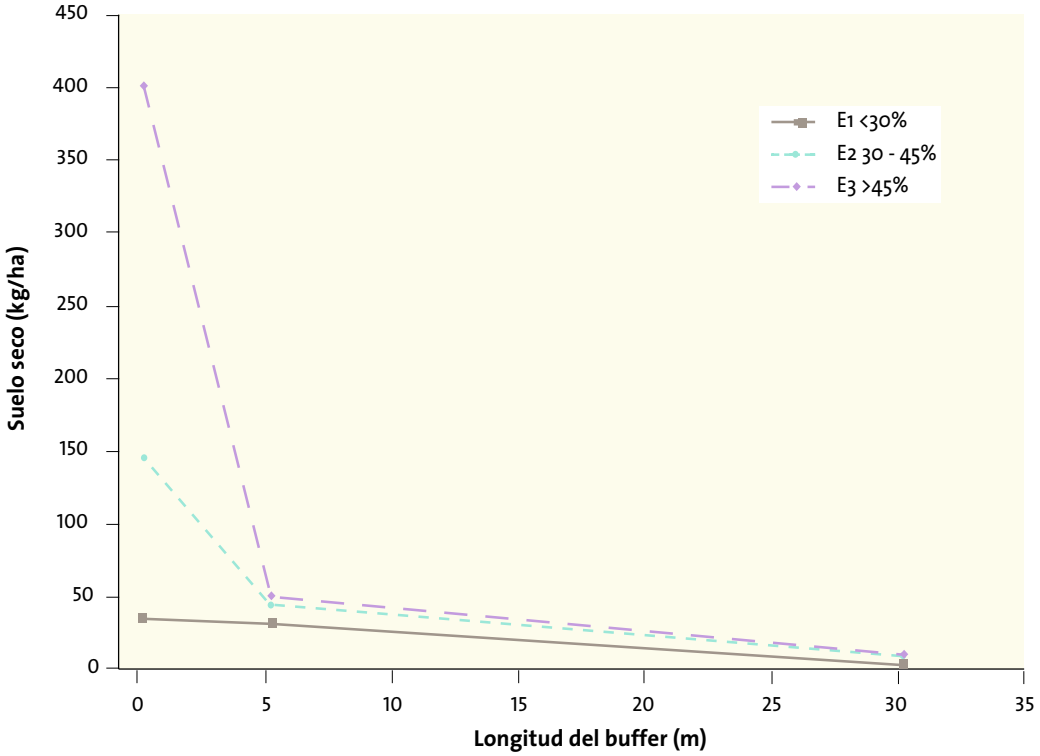

Figura 1. Acumulación de sedimento en las parcelas de escorrentía para distintas pendientes (E1 menor a 30%, E2 entre 30-45% y E3 mayor a 45%) y ancho de zonas buffer.

E3 > 45%). Para las zonas con buffer de 5 y 30 metros de protección, la pendiente dejó de ser influyente en la sedimentación y se volvió un factor casi despreciable, dejando a la vista que el factor crucial en la retención de sedimentos fue la vegetación.

Para todas las parcelas Gerlach se observó una tendencia de mayor acumulación de sedimentos en aquellas unidades localizadas fuera de la protección del área con vegetación nativa, es decir, en el área de plantación reciente, alcanzando una acumulación total de 1,7 ton/ha/año de suelo seco (extraído % de humedad y % contenido de materia orgánica). Sin embargo, las tendencias al interior del dosel no fueron claras y, a pesar de existir una menor acumulación de sedimentos hacia los 30 m, no se observó una disminución de las acumulaciones.

Finalmente, con respecto a las simulaciones de los modelos WEPP y USPED, se tiene que el primero sobreestimó el aporte de sedimentos en todos los casos a excepción del caso sin buffer y pendiente mayor a 45%. Si bien se puede lograr ajustes menos sesgados, éstos correspondían a usos del suelo distintos a los presentes en terreno. El hecho de utilizar parámetros que sobreestiman hace que los escenarios que se planifiquen con la herramienta sean conservadores, vale decir, entregarán más ancho que lo necesario en la zona de estudio para un nivel máximo de sedimentos esperado. USPED, que basa su estimación en base a un máximo de sedimentos permisibles arrojados por WEPP, presentó una concentración de la zona de protección en las cabeceras de las quebradas a diferencia del buffer delimitado por WEPP.

Bases edáficas para silvicultura en bosques nativos de Chile: sistematización y validación de información sobre características y procesos de suelos.

042/2010

Investigador responsable: Oscar Thiers E.*
Co-investigadores: Víctor Gerding S., Javier Reyes V. y Jorge Gayoso A.

BREVE RESUMEN

Los bosques nativos en Chile generan grandes oportunidades para la obtención de bienes y servicios. Se requiere para ello de una silvicultura con visión integral del sitio, donde los bosques sean adecuada y sosteniblemente manejados. Este proyecto tuvo por objetivo general sistematizar y validar la información de estudios existentes en relación con suelos forestales en bosques nativos de Chile, con énfasis en los cambios de las características y procesos del suelo en bosques de *Nothofagus*, producto de la silvicultura. Se desarrolló una revisión de bases de datos, revistas científicas y de proyectos de investigación, ésta se consolidó en una base de datos y un manuscrito tipo revisión bibliográfica. Paralelamente, se utilizaron en terreno un paquete de variables químicas y físicas indicadoras de calidad de suelo, asociadas a condiciones de sitio, tipo de cobertura e intensidad silvicultural para bosques nativos. También se realizaron actividades de difusión y extensión del proyecto a estudiantes, profesionales forestales y funcionarios de CONAF; se traspasó conocimiento en relación a características y procesos de suelos bajo bosque nativo, y los posibles efectos del aumento de la intensidad de la silvicultura en ellos. Finalmente, se confeccionó una propuesta de líneas de investigación con base científico-técnica para apoyar la labor del ejecutivo y delinear futuras aproximaciones de investigación en torno a los suelos forestales y la silvicultura de los bosques nativos en Chile.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Ley N° 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, en su espíritu, considera implícitamente un resguardo a la calidad de los suelos forestales. No obstante, los actuales planes de manejo y ordenamiento no identifican variables o parámetros edáficos en bosques específicos, que sean relevantes para la productividad y puedan servir como indicadores de calidad del suelo para el manejo sustentable del bosque. El presente proyecto tuvo al suelo forestal bajo bosque nativo como elemento central de análisis, e investigó cómo se puede incorporar en las intervenciones silviculturales.

Chile posee una importante y variada extensión de bosque nativo, asociado a características de sitios bastante particulares. Las características ecológicas de los sitios forestales (clima, suelo y vegetación = sitio forestal) y del crecimiento de los bosques son elementos esenciales para una gestión silvicultural sostenible. La sustentabilidad en los bosques a nivel global, y por ende a nivel local, se basa en suelos forestales saludables. La calidad del suelo es un elemento central, principalmente por su capacidad de cumplir diferentes funciones ecológicas. Dicha calidad no debiera ser

*Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales - Universidad Austral de Chile.

modificada negativamente por la silvicultura. Por lo tanto, el suelo es clave por su estrecha relación con comunidades de plantas y animales, y debiera ser monitoreado. Diversos autores han demostrado para el bosque y su entorno los beneficios derivados de un manejo adecuado del suelo.

La evaluación y monitoreo del manejo de bosque nativo requiere de indicadores de calidad de suelo. En su mayoría los estudios coinciden en la ventaja de contar con un conjunto diverso de indicadores que integren diferentes aspectos de las funciones del suelo. Sin embargo, se reconocen dificultades de aplicación producto de la variabilidad del suelo. No obstante, existen buenas aproximaciones para un conjunto simple e integrado de variables químicas, físicas y biológicas. Las variables con menor complejidad y más factibles de obtener son químicas (C-total, N-total, P-Olsen y pH) y físicas (densidad aparente, resistencia a la penetración, humedad, conductividad hidráulica, textura y estructura). En tanto, por su complejidad analítica y de interpretación, serían los indicadores biológicos (producción de CO_2, características de la biomasa microbiana y N-mineralizable) menos aplicables.

La hipótesis de trabajo sostenía que la ejecución de actividades silviculturales altera la fertilidad del suelo y, en consecuencia, la calidad del suelo forestal. La identificación de variables indicadoras de la calidad del suelo y relacionadas con la productividad del bosque, permitiría monitorear el manejo silvicultural con énfasis en la calidad del suelo. El objetivo general fue sistematizar y validar la información de estudios existentes en relación con la fertilidad de suelo bajo bosque nativo en Chile, con énfasis en los cambios derivados de la silvicultura en las características y procesos del suelo en bosques de *Nothofagus spp.*

Se sistematizó información sobre características y procesos de suelos en diferentes tipos de bosques nativos; luego en terreno se analizaron variables o parámetros edáficos relacionados con la calidad de los suelos bajo bosques con y sin manejo. Se preparó una propuesta de apoyo científico-técnico para orientar las políticas del ejecutivo sobre silvicultura de los bosques nativos y suelos forestales.

En el ensayo 1, se analizó la variación temporal y espacial de propiedades físicas (contenido de humedad, densidad aparente, resistencia a la penetración) y químicas (pH, materia orgánica, macro y microelementos; saturación de Al) del suelo en los claros escarificados y en el bosque no intervenido. Además se midió el tamaño de la plantación de *N. nervosa* once meses después de su establecimiento (junio 2010).

RESULTADOS

Los resultados del proyecto se obtuvieron de acuerdo a los cuatro objetivos planteados, a continuación se presenta una síntesis de cada objetivo:

Sistematización de la información. Se sistematizó y agrupó información sobre calidad de suelo, variables indicadoras, impacto y evaluación del manejo forestal. Esto se realizó a través de la compilación de manuscritos, artículos, informes y tesis en el tema de calidad de suelos y silvicultura en general. Esta información se separó en diferentes categorías relacionadas: calidad de suelo (fertilidad y variabilidad), variables indicadoras de calidad de suelo, impacto del manejo forestal y evaluación del impacto (monitoreo, variables indicadoras y métodos de evaluación). Con lo anterior se construyó un buscador de literatura interactivo y con la conexión a los artículos en su formato pdf. Este buscador está en formato Excel y su funcionamiento está definido por una función macro. Utilizando toda la información recolectada, se construyó un documento tipo revisión de literatura donde se destacan los capítulos calidad del suelo, fertilidad del suelo y su variabilidad, variables indicadoras y efectos del manejo sobre el suelo en los bosques. Este documento pone especial énfasis en la compilación de variables indicadoras de la calidad de suelo, su determinación e interpretación.

Análisis de variables indicadoras de calidad del suelo. Con el objetivo de evaluar variables indicadoras de calidad de suelo en situaciones donde se realizó un manejo silvicultural bajo bosque nativo, el proyecto trabajó en terreno y se establecieron tres ensayos: 1) escarificación posterior a una cor-

ta de protección en el fundo Pilmaiquén (Neltume), 2) raleos en renovales de *Nothofagus spp*. del predio Millahue (Panguipulli) donde se observaron los cambios en el suelo superficial con vías de saca y sin vías de saca establecidas, 3) se evaluó el cambio en propiedades del suelo superficial, para un bosque con raleo ecológico en el predio Llancahue (Valdivia). En estos ensayos se evaluaron propiedades físicas y químicas del suelo.

El contenido volumétrico de agua del suelo fue similar con y sin escarificación (30-50%), independientemente de la fecha de medición. La densidad aparente y la resistencia a la penetración fue mayor en el suelo escarificado que en el bosque (Figura 1). La oferta nutritiva del suelo disminuyó en los claros (0-20 cm). Respecto del bosque (0-10 cm); pero presentó pocas diferencias entre los claros y en su ubicación al interior de estos. La plantación

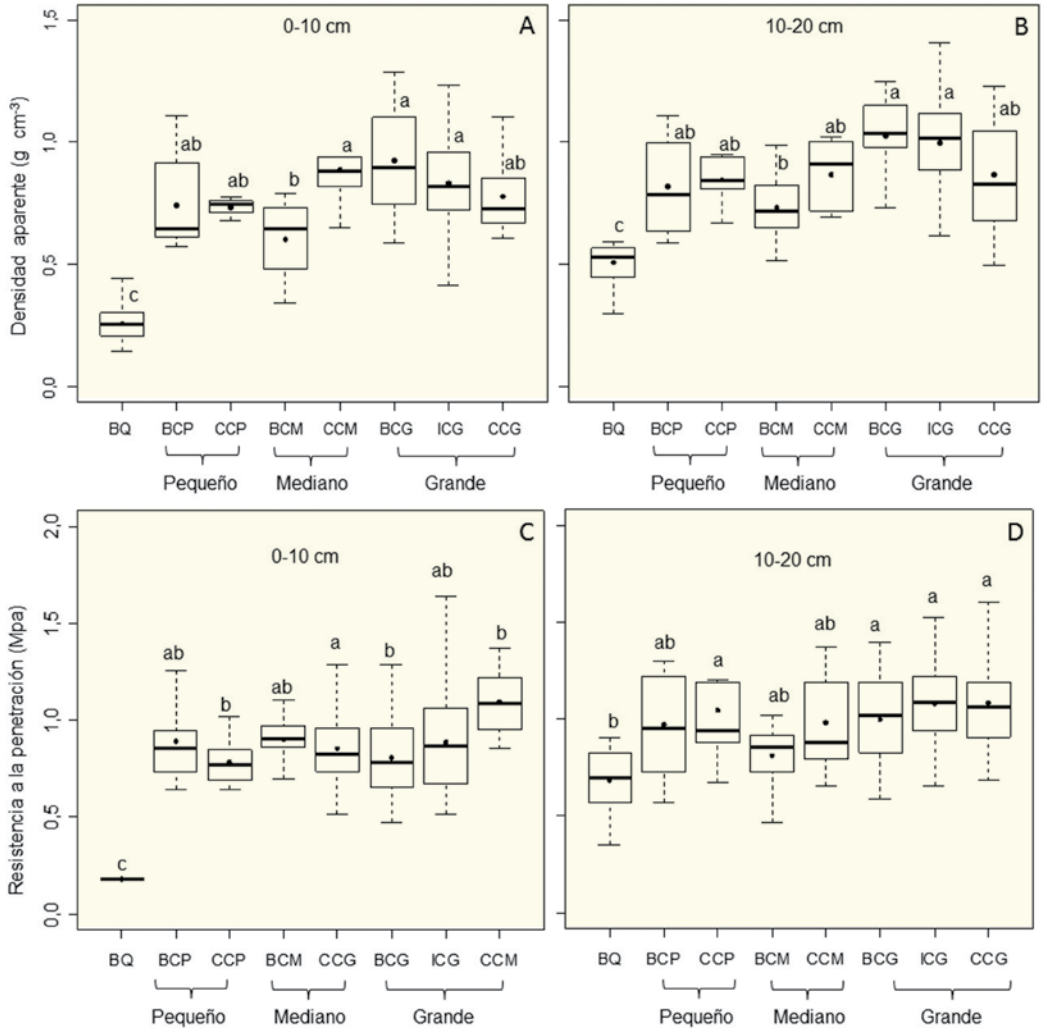

Figura 1. Densidad aparente del suelo en 0-10 cm (A) y 10-20 cm (B) y resistencia a la penetración de 0-10 cm (C) y 10-20 cm (D), de acuerdo a su ubicación en los claros y el bosque, sector Piedras Negras, Neltume.

BQ: bosque	CCM: centro claro mediano
BCP: borde claro pequeño	BCG: borde claro grande;
CCP: centro claro pequeño	ICG: intermedio claro grande
BCM: borde claro mediano	CCG: centro claro grande.

Los puntos negros indican la media aritmética. Letras distintas difieren significativamente (P<0,05) dentro de cada rango de profundidad.

042/2010

de *N. nervosa* se desarrolla adecuadamente, con un crecimiento similar en claros de distinto tamaño. Las variables más afectadas fueron materia orgánica, porosidad total, densidad aparente y contenido de aluminio, todas indican una disminución de la calidad de suelo en el área intervenida, aunque manteniendo condiciones aceptables para la regeneración de *Nothofagus spp.*

Para el ensayo 2, en el sector sin vías de saca no se observaron diferencias en densidad aparente y porosidad total, pero sí aumentó la resistencia a la penetración en sectores intervenidos (0,7±0,1 MPa) al compararlo con sectores sin intervención (0,4±0,1 MPa).En sectores intervenidos del bosque con vías de saca, hubo un aumento en la densidad aparente (0,7±0,1 g cm^{-3}) en comparación a sectores no intervenidos (0,4±0,1 g cm^{-3}), también aumentó la resistencia a la penetración y disminuyó la porosidad total. No se observaron diferencias en el aspecto químico-nutritivo al comparar sectores con y sin intervención en los sitios raleados con y sin vías de saca, los cuales poseían suelos de buena fertilidad. Los cambios observados en estos sitios no llegan a valores críticos para el establecimiento de nueva regeneración. En el ensayo 3 se observó un aumento de la resistencia a la penetración en sectores intervenidos (2,0±0,3 MPa) en la parte superficial del suelo (0-10 cm) en comparación a sectores sin intervención (1,0±0,4 MPa). También se observaron un aumento en la densidad aparente, una disminución de la porosidad total (un 10% aprox.) y una menor cantidad de mantillo por superficie. Los cambios fueron más notorios que en el ensayo 2, aunque fue debido más a las características del suelo –suelo de esquistos metamórficos– que al manejo realizado.

Propuesta de líneas de investigación. El proyecto propone una línea de investigación basada en dos conceptos centrales: la porosidad del suelo y la materia orgánica del sitio. La propuesta define investigar en diferentes etapas del ciclo de utilización forestal: preparación del suelo, cortas intermedias y cortas de regeneración. Para ello se propone utilizar las variables: estructura del suelo, volumen de poros, distribución de poros, densidad aparente, resistencia a la penetración, profundidad del suelo, materia orgánica del sitio, reservas y disponibilidad de nutrientes.

Implementación de un estudio a largo plazo del potencial de restauración pasiva del bosque esclerófilo de Chile central.

058/2010

Investigadora responsable: Cecilia Smith Ramírez [1,2]
Co-investigadores: Pablo Becerra O. [3], Inao Vásquez F. [4], Alejandro Miranda [5], Cristián del Piano L. y Oscar Seguel S. [6]

BREVE RESUMEN:

Se estableció un ensayo a largo plazo para determinar el potencial totalmente expresado de la capacidad de recuperación del bosque esclerófilo. Se evaluaron: 1) los efectos de la exclusión de herbívoros en áreas con *Acacia caven* cercanas a bosque esclerófilo; y 2) las condiciones que pueden aumentar el éxito de medidas de restauración pasiva. Durante el 2011 se construyeron 12 exclusiones. En estas exclusiones y áreas control se registró la regeneración de especies leñosas, composición herbácea y propiedades del suelo. Se determinó la distancia de dispersión de especies arbóreas. Dentro y fuera de las exclusiones se realizaron cuadrantes bajo y fuera de espinos donde se cuantificó composición y abundancia de hierbas. Fuera de las exclusiones se eliminaron las hierbas bajo y fuera de los espinos, se aplicó riego simulando un año seco y otro lluvioso. Aún no se ha encontrado un efecto claro de la exclusión. 100 m fue la distancia máxima de dispersión de semillas fuera del bosque. La densidad de plántulas fue mayor bajo que fuera de espinos. Se hacen recomendaciones preliminares sobre medidas de restauración del bosque esclerófilo.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

La cobertura de las formaciones vegetacionales mediterráneas (matorral y bosque esclerófilo) presentes entre Valparaíso y Santiago han retrocedido en un 61% desde 1955 a 2007. El cambio de uso de suelo ocurrió no solamente aumentando el suelo agrícola, forestal y urbano, sino también el suelo desnudo (510% en 52 años). El año 2007 más de la mitad de la superficie de los bosques se encontraban como fragmentos de menos de 100 ha y solo el 5% poseía un tamaño mayor a 2.000 ha. En el proyecto ReForLan se encontró que existe un potencial de que la cobertura vegetacional nativa se re-establezca espontáneamente tanto en la costa como en los Andes de la V y Región Metropolitana. Esta recuperación espontánea de la vegetación ocurre a partir de individuos o fragmentos remanentes, independiente de su tamaño. Cuando varios de estos remanentes de bosque aumentan su cobertura ocurre un cubrimiento de los espacios entre fragmentos, generando fragmentos aún más grandes.

Dado los antecedentes anteriores y de los efectos negativos ampliamente reportados sobre la deforestación, el objetivo que nos planteamos fue realizar un estudio a largo plazo (más de 10 años) para determinar el potencial totalmente expresado de la capacidad de auto-recuperación

1 Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB),
2 Instituto de Manejo Forestal, Universidad Austral de Chile,
3 Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile,
4 Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile,
5 Departamento de Ciencias Forestales, Universidad de La Frontera,
6 Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile

del bosque esclerófilo. Este potencial actualmente no puede expresarse en su totalidad, debido principalmente a la presencia de herbívoros, falta de propágulos en sitios alejados del bosque o matorral, y la sequía de verano. Específicamente nos planteamos determinar: 1) el efecto de la exclusión de herbívoros en áreas con espinares y cercanos a remanentes de bosque esclerófilo; y 2) determinar las condiciones de sitio que pueden aumentar el éxito de medidas de restauración pasiva. En función a esto, nos planteamos las siguientes hipótesis: 1) La lluvia de semillas será mayor a menor distancia de la fuente de propágulos. 2) El reclutamiento de plántulas estará restringido exclusivamente bajo la copa de especies nodrizas y será mayor en sitios con exclusión de herbívoros. 3) La sobrevivencia de plántulas será mayor en años Niño (de mayor lluvia), especialmente en aquellos sitios con exclusión de herbívoros.

Debido a antecedentes de literatura sobre el "efecto nodriza producido por el espino (*Acacia caven*), decidimos incluir esta especie dentro de las exclusiones, como una primera etapa del proceso de restauración pasiva. Esperamos que su aporte como árbol nodriza (atenuación del estrés ambiental) aumente el reclutamiento fuera del parche continuo de bosque y actúe como árbol percha, ampliando el rango de dispersión de las semillas que son consumidas por aves. Además, se evaluó el efecto del espino y el de las hierbas en el establecimiento inicial de plantas leñosas en años húmedos y secos. Los años húmedos fueron simulados mediante riego.

METODOLOGÍA

Estos estudios se desarrollaron en dos localidades que estuvieran cercanas a varios fragmentos de bosque remanente, y que hubiera una pradera abandonada con presencia de espino. Se seleccionó el fundo "Enduro el Principal", que colinda con la Reserva Nacional Río Clarillo. El área posee suelos de alta homogeneidad, derivados de materiales andesíticos y dioríticos y montos de precipitación promedio anual de alrededor de 400 mm, con 6 a 8 meses secos. El segundo sitio correspondió a la Reserva Nacional Lago Peñuelas, ubicada en serranías del secano costero, Región de Valparaíso, sobre suelos graníticos en dos condiciones (bien drenados e imperfectamente drenados), con 380 mm de precipitación promedio anual y 7 a 9 meses secos; ambos sitios poseen alta presión de ganado.

Durante el año 2011 se construyeron 12 parcelas de exclusión (30 x 40m), seis por sitio de estudio. Contiguo a cada exclusión se estableció un área control sin exclusión, de un tamaño similar al área excluida. El año 2012 se registró la regeneración de especies leñosas, la composición de la vegetación herbácea y las propiedades físicas del suelo, tanto al interior como al exterior de las exclusiones. De forma paralela se realizó un estudio de la capacidad de dispersión de especies arbóreas esclerófilas. Para evaluar la distancia de dispersión de semillas por aves se establecieron 21.060 trampas de semillas y 50 trampas para dispersión por viento. Las trampas estaban ubicadas hasta 100 m de distancia del bosque.

En cada exclusión y fuera de éstas (sin exclusión) se establecieron 480 cuadrantes de 1 x 0,5 m bajo espino y 2 x 1 m en zonas sin cobertura. En cada cuadrante se registró composición, abundancia y altura de cada plántula. Dentro y fuera de las exclusiones se definieron cuadrantes bajo y fuera de los espinos donde se determinó la composición y abundancia de la estrata herbácea. Fuera de las exclusiones se eliminó la estrata herbácea bajo y fuera de los espinos, y se aplicó riego simulando, un año seco y otro lluvioso.

RESULTADOS

La lluvia de semillas dispersadas por aves se extendió más allá de 100 m del bosque nativo, disminuyendo su densidad con la distancia al bosque. La dispersión de quillay (*Quillaja saponaria*) se extendió hasta 40 m del bosque (distancia máxima medida), siendo esperable que se extienda hasta 70 m. La dispersión de litre *(Lithraea caustica)* y molle *(Schinus latifolius)* ocurrió en todos los rangos de distancia. Boldo *(Peumus boldus)* registró una dispersión hasta 20 metros del bosque.

La densidad de plántulas fue mayor bajo espinos (Peñuelas=63, Pirque=13) que fuera de espinos (Peñuelas =13, Pirque=1). Se encontraron ocho especies de plántulas, de mayor a menor abundancia: *Maytenus boaria, Cestrum parqui, Baccharis linearis, Cryptocarya alba, Q. saponaria, Acacia caven, Azara celastrina* y *Muehlenbeckia hastulata*.

Bajo espinos la humedad, la radiación PAR, el contenido de materia orgánica y la altura de las hierbas difirió considerablemente respecto a sitios abiertos. La composición y densidad de hierbas dependió de la presencia de espinos y, en menor grado, de la exclusión. La altura de las hierbas, y secundariamente su cobertura y riqueza de especies, fue mayor bajo espinos y al interior de exclusiones (Figura 1).

La densidad de germinación y riqueza de especies germinadas fue mayor bajo espinos sin hierbas que con hierbas, tanto bajo como fuera de espinos. Probablemente debido a un mayor contenido de humedad del suelo en los ensayos sin hierbas bajo espinos. A pesar de estos resultados, la densidad de plántulas (llevadas de vivero) fue mayor en los sitios con hierbas, probablemente por una menor radiación solar.

Concluimos (en forma preliminar) a partir de los resultados del proyecto ReForLan (http://reforlan.bournemouth.ac.uk/) y su continuación en este estudio, que:

1. La restauración pasiva del matorral y bosque esclerófilo es posible en sitios aledaños a bosques remanentes.

2. La restauración pasiva es facilitada por los espinos.

3. La exclusión de herbívoros puede establecerse a una distancia de alrededor de 100 metros desde el bosque remanente hacia afuera, siempre y cuando hayan espinos (u otra especie arbórea) que sirvan de árboles percha y nodriza.

4. Una medida de manejo efectiva que facilite la restauración sería excluir sitios deforestados con presencia de espinos (u otra especie de arbórea) aledaños a bosques. Una vez germinadas las plántulas deben dejarse las hierbas para evitar la radiación excesiva.

5. En el caso que se opte por realizar plantación, debiera ubicarse plántulas bajo los espinos, dejando las hierbas presentes para evitar la insolación.

Figura 1. Altura de las hierbas bajo espino dentro de las exclusiones (arriba izquierda), y dentro y fuera de las exclusiones (arriba derecha).

058/2010

Ley del Bosque Nativo y pequeños propietarios: metodología para establecer relaciones causales.

065/2010

Investigador responsable: Rodrigo Arriagada C.*
Co-investigador: Jimena López de Lerida M.

BREVE RESUMEN

La Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal (Ley 20.283 promulgada en 2008) tiene por objetivo proteger, recuperar y mejorar los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental. Para ello, y dentro del marco de esta ley, se creó el fondo de conservación, recuperación y manejo sustentable del bosque nativo, que es un fondo concursable a través del cual se otorga una bonificación destinada a contribuir a solventar el costo de las actividades dirigidas a (i) favorecer la regeneración, recuperación o protección de formaciones xerofíticas de alto valor ecológico o de bosques nativos de preservación que ayuden a mantener la diversidad biológica; (ii) obtener productos no madereros y (iii) manejar y recuperar bosques nativos para fines de producción maderera. Este estudio tuvo como finalidad detallar la implementación en la práctica y oficialmente del fondo concursable de bonificaciones, así como identificar dificultades en su implementación a través de estudios de caso realizados en la región de la Araucanía y de Los Ríos. Al ser este un fondo concursable, que implica participación voluntaria y de cobertura nacional, se asume que la participación en el fondo debe lograr una adopción generalizada y, para ello, es necesario identificar los factores que determinan participación en un programa de este tipo. Este estudio, por tanto, también pudo identificar y caracterizar los factores biofísicos, geográficos y socio económicos que influyen en la participación. A través de encuestas de campo en las regiones de estudio, se pudo concluir que el costo de oportunidad del uso de la tierra es el factor más relevante al momento de decidir participar o no en un programa de estas características. Los resultados de esta investigación permitieron construir una línea de base que permitirá estimar el efecto causal de la Ley 20.283, sentando las bases metodológicas y estableciendo una línea de base que caracteriza a participantes y no participantes al fondo de conservación, recuperación y manejo sustentable del bosque nativo.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La preocupación por lograr un uso sustentable de los bosques nativos y por frenar los procesos de deterioro que los afectan ha llegado más allá del sector forestal, involucrando a toda la ciudadanía. Frente a una realidad asociada a un manejo poco sustentable del recurso forestal nativo, se reducen sustancialmente las posibilidades de aprovechamiento eficiente de los bienes y servicios que los bosques nativos aportan para el desarrollo nacional, comprometiendo seriamente el bienestar económico-social y reduciendo significativamente las opciones futuras de las comunidades locales y,

* Facultad de Agronomía - Pontificia Universidad Católica de Chile.

en especial, de los pequeños propietarios forestales. Frente a esta realidad socio-económica y ambiental, al establecer pagos directos por conservación, se busca dar un valor a los beneficios ambientales derivados del bosque, e influenciar las decisiones de sus propietarios, haciendo que las actividades de producción forestal (reforestación, conservación y manejo de bosques), se conviertan en alternativas de producción económicamente viables y más rentables que las actividades tradicionales de uso de la tierra que requieren la eliminación total del bosque como, por ejemplo, la ganadería extensiva. Al evitar el cambio de uso de la tierra, la sociedad puede seguir disfrutando de los servicios ambientales derivados de los ecosistemas forestales.

Abordar el impacto causal de la Ley de Bosque Nativo sobre la conservación forestal y el bienestar socio-económico requiere la construcción de un escenario contra factual; por ejemplo, estimar cuánto bosque nativo un pequeño propietario forestal habría preservado si no hubiera recibido la bonificación derivada de la nueva ley forestal. Dicha estimación es complicada por el sesgo de selección que es muy probable afecte a un programa de este tipo. En una iniciativa voluntaria como el programa de bonificaciones de la Ley de Bosque Nativo, se puede anticipar que aquellos que optan por postular difieren del resto de la población de pequeños propietarios forestales en términos de sus expectativas de ganancias con el programa. Pequeños propietarios forestales de algunas regiones del país pueden percibir mayores beneficios de su participación y, por esa razón, deciden aplicar. Los administradores del programa también pueden dirigir sus esfuerzos hacia ciertos predios o áreas mayores, dada su significancia ecológica. Entonces, comparaciones directas entre participantes y no-participantes pueden entregar estimaciones sesgadas de impacto. Por tanto, pruebas empíricas de pagos por conservación requieren una rigurosa y sistemática evaluación ex-post de los impactos directos. Los métodos de evaluación de programas proporcionan los medios para determinar que ha y no ha funcionado, y por tanto permite decidir si una política debiera ser mantenida, modificada o reemplazada.

La presente propuesta de investigación busca llenar los vacíos de conocimiento descritos en los párrafos anteriores al realizar una "prueba de concepto" del uso de técnicas de evaluación de impacto para estimar el efecto causal de la Ley de Bosque Nativo sobre conservación de bosque nativo y bienestar socio-económico, tomando en cuenta y aprendiendo de la implementación en terreno del programa de bonificaciones derivadas del Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo contemplada en la Ley 20.283. La propuesta, por tanto, sienta las bases metodológicas, establece una línea de base que caracteriza a participantes y no participantes, y determina los factores determinantes en la decisión a participar.

RESULTADOS

Los factores que inciden en la participación en programas voluntarios fueron determinados por medio de una revisión bibliográfica, estudios de caso (información cualitativa) y encuestas de campo (información cuantitativa). Los factores se distribuyeron en tres tipos: socioeconómicos, biofísicos y productivos. Los factores socioeconómicos incluyen las siguientes variables: edad, educación, ingreso fuera del predio, participación pasada en programas forestales y un índice de estatus socioeconómico construido usando la tenencia sobre bienes durables. Los factores biofísicos incluyen: hectáreas totales, calidad del suelo, distancia al pueblo más cercano y distancia a la oficina de la CONAF e INDAP más cercana. Los factores productivos incluyeron: hectáreas con bosque nativo, hectáreas con plantaciones, hectáreas con cultivo agrícola, producción maderera y no maderera, y cabezas de ganado. Las estadísticas descriptivas de las covariables seleccionadas se resumen en la Tabla 1, donde se observan diferencias significativas entre grupos: hectáreas totales, suelos con pendiente y suelos pobres, distancia al pueblo más cercano, a la oficina de la CONAF e INDAP, hectáreas de bosque nativo, de plantaciones y de cultivo agrícola. La Tabla 2 muestra el modelo econométrico que identifica los factores estadísticamente significativos que determinan participación.

065/2010

De acuerdo a los resultados se concluye que el principal factor que influye en la decisión de participación en el fondo de incentivos para el bosque nativo es el productivo (hectáreas con bosque nativo, hectáreas con cultivo agrícola, producción maderera y cabezas de ganado), siendo la actividad agropecuaria la competencia directa de la actividad forestal. El factor biofísico que influye en la participación es la distancia a la CONAF; según un estudio realizado previamente, los bosques nativos se encuentran a aproximadamente 3 km de los caminos o centros poblados, por lo tanto, estimar que la distancia de los participantes es significativamente mayor a la de los no participantes es consistente. Esto se justifica por la distribución de las tierras, centros urbanos en el interior y bosques en la periferia. Los factores socioeconómicos más importantes fueron la obtención de ingresos fuera de la propiedad y la participación pasada en algún otro programa forestal.

En resumen, los individuos para maximizar su utilidad toman decisiones de acuerdo a directrices generadas por los costos de oportunidad de la tierra y por factores socio-económicos. Por lo tanto, el pago por servicios ambientales no asegura necesariamente un impacto causal en la deforestación, debido a que la protección de los bosques depende de cómo afecta el pago a la toma de decisiones de los propietarios.

Tabla 1.
COMPARACIÓN DE MEDIAS DE PARTICIPANTES Y NO PARTICIPANTES.

Covariables incluidas en modelo	Participantes	No participantes
Factores socioeconómicos		
Edad (años)	62	60
Educación (años)	6	6.6
Estado civil (casado)	74%	63%
Factores biofísicos		
Hectáreas totales (ha)	48.6*	27.4*
Suelos con pendiente (ha)	10.2*	4*
Suelos pobres (ha)	9*	4.2*
Distancia al pueblo (km)	23.7*	15.2*
Distancia Oficina CONAF (km)	53.3*	32*
Distancia Oficina INDAP (km)	42.6*	23*
Factores productivos		
Hectáreas de bosque nativo (ha)	21.1*	5.6*
Hectáreas de plantaciones (ha)	5.2*	2.2*
Hectáreas con cultivo agrícola (ha)	1.1*	2.3*
Cabezas de ganado (n° cabezas)	13	13

* Diferencias significativas al 5% de confianza

Tabla 2.
MODELO DE PARTICIPACIÓN EN EL FONDO DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE DEL BOSQUE NATIVO DE LA LEY 20.283.

Variable	Coeficiente	Error Estándar	Z	P > Z
Factores socioeconómicos				
Edad	0.004	0.01	0.61	0.54
Educación	0.01	0.02	0.64	0.52
Ingresos fuera	-0.37	0.21	-1.77	0.08**
Estatus socioeconómico	0.01	0.07	0.13	0.90
Participación pasada	0.73	0.17	4.22	0.00*
Factores biofísicos				
Hectáreas totales	0.001	0.002	0.79	0.43
Suelos pobres	0.05	0.25	0.18	0.86
Suelos con pendiente	0.20	0.28	0.72	0.47
Distancia al pueblo	0.005	0.01	0.81	0.42
Distancia Oficina CONAF	0.01	0.004	2.28	0.02*
Distancia Oficina INDAP	0.002	0.005	0.40	0.69
Factores productivos				
Producción maderera	0.50	0.17	2.92	0.00*
Producción no maderera	0.27	0.18	1.50	0.13
Cabezas de ganado	-0.23	0.12	-1.87	0.06**
Hectáreas de bosque nativo	1.56	0.30	5.25	0.00*
Hectáreas de plantaciones	-0.55	0.56	-0.98	0.33
Hectáreas con cultivo agrícola	-2.16	0.97	-2.23	0.03*
Constante	-2.01	0.57	-3.52	0.00*

*Significativa al 5%

**Significativa al 10%

R^2 Mc Fadden = 0.33

Remedición y sistematización de información cuantitativa de parcelas permanentes en bosques de segundo crecimiento de roble, raulí y coihue.

068/2010

Investigador responsable: Christian Salas E.*
Co-investigadores: Alicia Ortega Z., Pablo Donoso H., Patricio Núñez M., Marjorie Martin S., Rodrigo Mujica H.

BREVE RESUMEN

El establecimiento y remedición de unidades de muestreo (i.e., parcelas) permanentes (UMP) constituyen la base de información necesaria para monitorear y evaluar los cambios que los bosques tienen a través del tiempo. Mediante este monitoreo es posible inferir la dinámica de los bosques, evaluar la respuesta de éstos a diferentes tratamientos silviculturales y fundamentalmente poder analizar cuantitativamente y, también, cualitativamente su desarrollo. Todos estos aspectos son clave para poder entender de mejor manera la dinámica de los ecosistemas forestales; proponer tratamientos silviculturales que garanticen la sustentabilidad de éstos; así como para poder planificar diferentes acciones de manejo. Mediante el proyecto de investigación se remidió y sistematizó la información cuantitativa de una serie de unidades de muestreo permanentes (UMP) previamente establecidas en renovales de *Nothofagus obliqua* (roble), *N. alpina* (raulí) y *N. dombeyi* (coihue), en el centro sur de Chile.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El tipo forestal *Nothofagus obliqua -N. alpina -N. dombeyi*, o "roble-raulí-coihue", es importante desde un punto de vista silvícola. Este tipo forestal es el más importante para producción maderera debido a la alta calidad de la madera de estas especies. Actualmente este tipo forestal es representado por áreas extensivas de bosques de segundo crecimiento (i.e., renovales). Los renovales se ubican principalmente en la precordillera de los Andes en el centro-sur de Chile, entre la VIII y XIV Región.

Además, la mayor cantidad de información de parcelas de investigación silvícola (Lara et al., 2000) y estudios publicados están concentrados en este tipo forestal. En resumen, los renovales de roble-raulí-coihue tienen el potencial para ser manejados basado tanto en el estado actual de su conocimiento y por su interés económico.

Existen variados estudios ecológicos sobre las especies nativas roble-raulí-coihue, pero muy pocas herramientas cuantitativas. Un número de importantes estudios ecológicos han sido llevados a cabo en bosques naturales o con especies nativas durante los últimos 30 años. Entre ellos, se destacan los siguientes en diversas áreas como: dinámica forestal (Veblen y Ashton 1978; Puente et al., 1979; Veblen et al., 1980, 1981; Veblen y Donoso, 1987; Donoso, 1995, Lusk y Ortega, 2003;

*Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales - Universidad de La Frontera.

Salas et al., 2006); autoecología de especies (Donoso et al., 2006a, 2006b, 2006c), genética (Donoso, 1979; Donoso y Landrum, 1979; Donoso, 1987; Donoso et al., 1990, 2004), dendrocronología (Pollmann, 2003), regeneración (Burschel et al., 1976, Veblen et al., 1978, 1979; Winberger y Ramírez, 1999, González et al., 2002), silvicultura (Grosse y Quiroz 1999; Lara et al., 1999), y vivero y técnicas de establecimiento de plantaciones (Donoso et al., 1999; Grosse y Quiroz, 1999). Por otra parte, muy pocos estudios que ofrecen herramientas cuantitativas para el manejo e investigación de éstos han sido desarrollados. Entre ellos, podemos mencionar ecuaciones locales de volumen (Cubillos 1988, Grosse y Cubillos, 1991; Salas 2002) y ahusamiento (Kahler, 1993); una clasificación básica de zonas de crecimiento para roble-raulí-coihue (Donoso et al., 1993) y para roble-raulí en dos provincias (Echeverría y Lara, 2004); modelos de índice de sitio ya sea basado en pocos árboles (Trincado et al. 2002) o para una reducida área geográfica (Salas y García 2006, Esse et al., 2007); modelos de tamaño-densidad (Puente et al., 1981; Gezan et al., 2007), y modelos de crecimiento diametral (Cubillos, 1987).

En resumen, solo unas pocas parcelas permanentes de muestreo con remediciones periódicas existen en bosques naturales chilenos. Sistematizaciones anteriores de la información de parcelas permanentes en renovales de roble-raulí-coihue han sido poco satisfactorias. Posiblemente el primer esfuerzo organizado en recopilar información sobre los ensayos silviculturales permanentes en bosques naturales fue llevado a cabo por Lara et al. (2000). Dichos autores identificaron en forma aproximada la ubicación de los ensayos, la persona de contacto, y el número de remediciones de éstos, entre otros antecedentes generales. Otro aspecto positivo del trabajo de Lara et al. (2000) es que es posible libremente acceder a la guía. Sin embargo, esta guía si bien en el mejor de los casos (i.e., para los ensayos que tienen la información) ofrece información general por parcela, no recopiló los datos a nivel de árbol o la información digital de éstos. Un segundo trabajo que recopiló información de ensayos silviculturales permanentes (solo en renovales de roble-raulí-coihue). Dado lo anterior, la posibilidad de poder remedir un set de parcelas permanentes ya establecidas no tan solo contribuirá a resumir información de crecimiento, vital para el manejo forestal, sino que también contribuirá al desarrollo de modelos cuantitativos, tal como el que está llevando a cabo el investigador principal del proyecto.

Es por todo lo anterior, que se plantearon los siguientes objetivos para el proyecto:

1. Sistematizar la información disponible de un grupo de parcelas permanentes establecidas en renovales de roble-raulí-coihue y que son parte de un ensayo silvícola o de un estudio planificado;

2. remedir dichas parcelas;

3. generar una base de datos que posea tanto la información a nivel de ensayo, rodal, y otras, así como la lista de árboles por parcela;

4. resumir la evolución de las parcelas de cada ensayo-tratamiento en el tiempo mediante resultados estándares basados en un procesamiento consistente (i.e., modelo dendrométrico), documentado; y

5. difundir los resultados y las bases de datos mediante un mecanismo que asegure su libre uso para investigación o extensión.

RESULTADOS

Se visitaron más de las 40 unidades de muestreo permanente originalmente planificadas a remedir en el presente proyecto, y de estas se remidieron 31 UMP que cumplían las condiciones necesarias.

Los aspectos considerados para la medición de unidades de muestreo permanente, fueron:

Correcta ubicación de la UMP: Debido a diferencias en la precisión de los GPS empleados hace 10 años atrás y los actuales, resulta muy difícil y se emplea una gran cantidad de tiempo en encontrar UMP por medio de las mediciones de coordenadas UTM. Es por lo tanto vital hacer hincapié que presentar un croquis de ubicación aproximado de

una UMP es altamente recomendable, pero lamentablemente no estuvieron todos disponibles al momento de remedir una UMP.

Estandarización en establecimiento, medición y remedición: Aunque internacionalmente se conocen las normas de medición de variables de árboles (e.g., en Prodan et al., 1997), existe una variación en cuanto a los procedimientos de remedición de variables. Un aspecto que se considera fundamental es pintar una cinta a la altura del pecho en todos los árboles medidos.

En el marco del presente proyecto se ha preparado un manual de procedimientos que debiera facilitar potenciales remediciones de las UMP de este proyecto así como de otras UMP. Se ha puesto un especial énfasis en la remedición de las unidades de muestreo. La distribución geográfica de las UMP se muestra en la Figura 1.

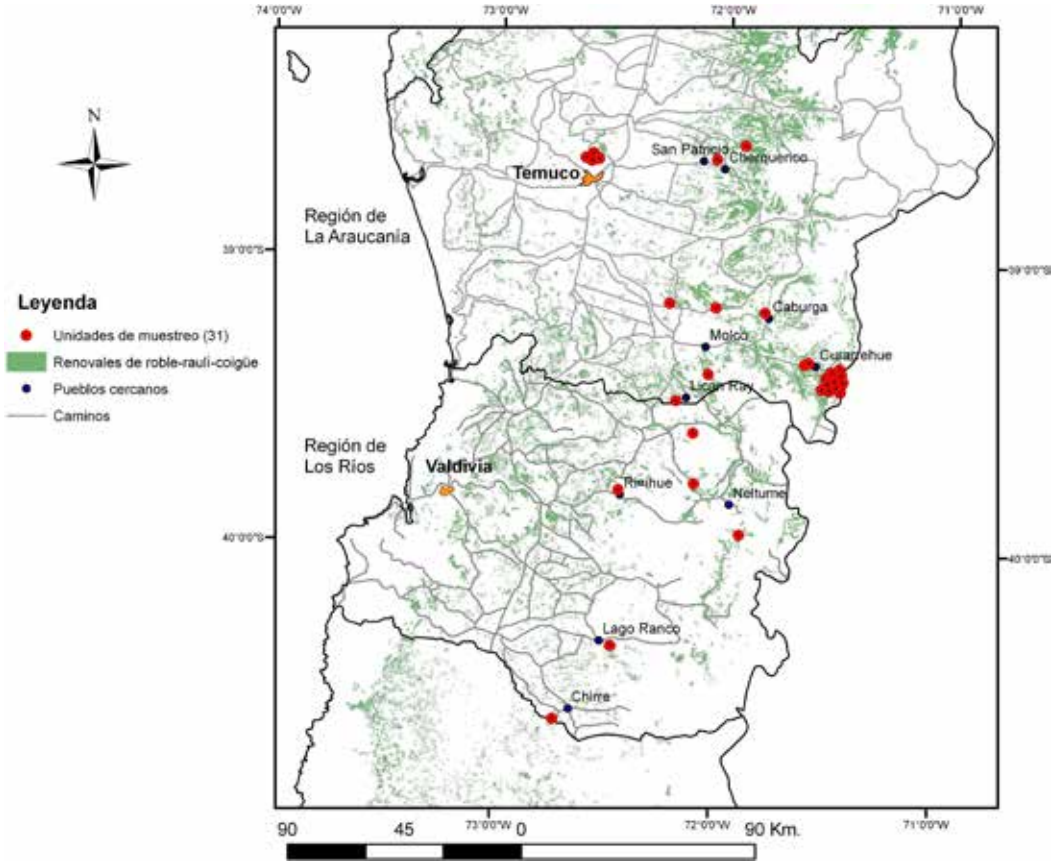

Figura 1. Distribución de unidades muestrales permanentes (UMP) analizadas en el proyecto FIBN N° 068/2010 en los renovales del tipo forestal roble-raulí-coihue (verde) entre la IX y XIV regiones de Chile.

Para realizar las estimaciones de las variables de estado de rodal para cada unidad muestral se requirió de un set de procedimientos y modelos que denominamos el modelo dendrométrico, el cual se segrega en los siguientes puntos: estimación de altura, estimación de volumen, y estimación de variables de estado de rodal. En la Figura 2 (página siguiente) se muestra, como ejemplo, la relación altura-diámetro por UMP.

Se obtuvo el incremento periódico anual (IPA) para cada una de las variables de estado de rodal, y solo considerando a los árboles vivos en el periodo, lo que en estudios de crecimiento de ecosistemas forestales se denomina incremento neto (Daniel et al., 1979). El cuadro de la página siguiente resume la variabilidad de los IPAS en densidad, área basal, diámetro medio cuadrático y volumen.

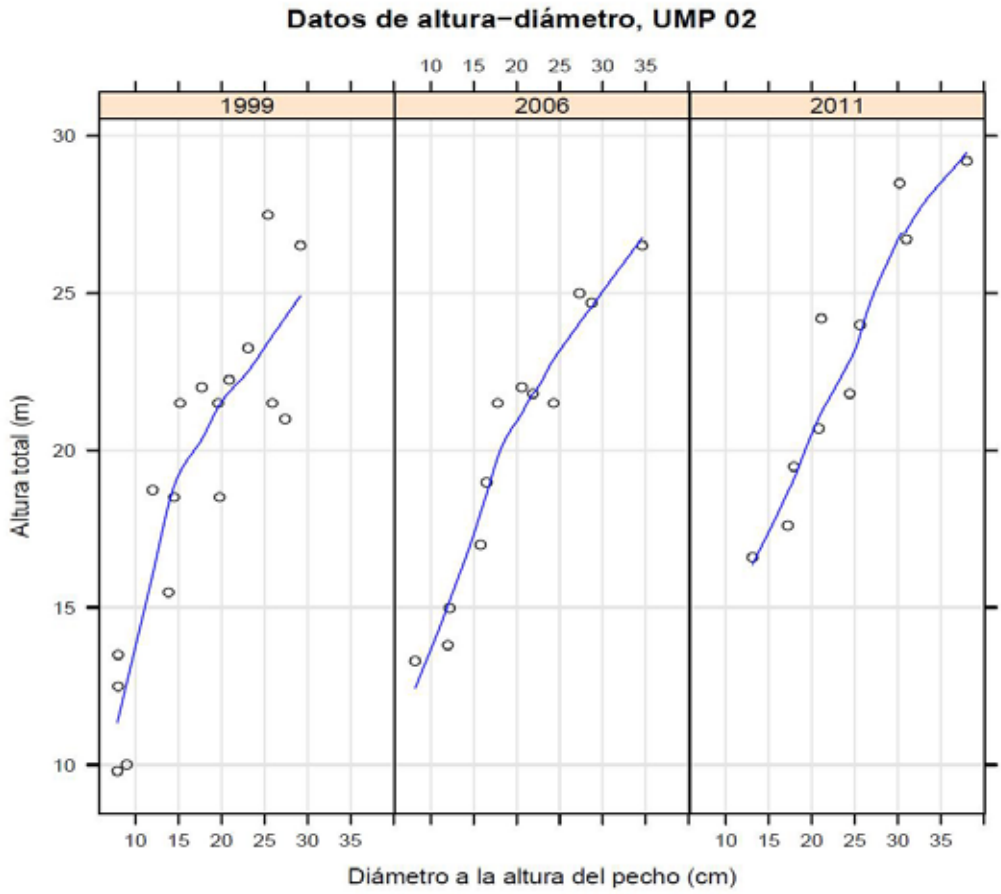

Figura 2. Datos de altura-diámetro medidos en una unidad de muestreo de ejemplo en tres ocasiones en el tiempo. Además se muestra una curva suavizada (línea) para para describir la tendencia de ambas variables en el tiempo.

El manual de procedimiento para remedición de UMP, fotografías y planos de ubicación de cada UMP, así como un informe de resultados para cada unidad de muestreo se encuentra disponible en el sitio web **www.biometriabosques.com**

Estadístico	Incremento periódico anual por variable de estado de rodal			
	Densidad (arb/ha/año)	Área basal (m^2/ha/año)	Diámetro (cm/año)	Volumen (m^3/ha/año)
Mínimo	-120	-0.18	0.11	-1.96
Máximo	40.0	1.78	0.78	22.76
Media	-17.4	0.83	0.33	10.95
Mediana	-10.0	0.85	0.31	11.25
Desv.Est.	31.7	0.35	0.19	4.24
CV(%)	182	42.3	58.9	38.7

BIBLIOGRAFÍA

Burschel P, C Gallegos, O Martínez, W Moll. 1976. Composición y dinámica regenerativa de un bosque virgen mixto de raulí y coihue. Bosque 1(2):55–74.

Cubillos V. 1987. Modelo de crecimiento diametral para algunos renovales de raulí. Ciencia e Investigación Forestal 1(1):67–76.

Cubillos V. 1988. Funciones de volumen y factor de forma para renovales de raulí. Ciencia e Investigación Forestal 2(3):103–113.

Daniel TW, JA Helms, FS Baker. 1979. Principles of Silviculture. 2nd edition. New York, USA. McGraw-Hill. 500 p.

Donoso C. 1979. Genecological differentiation in ***Nothofagus*** obliqua (Mirb.) Oerst. in Chile. Forest Ecology and Management 2:53–66.

Donoso C, L Landrum. 1979. ***Nothofagus*** leoni Espinosa a natural hybrid between ***Nothofagus obliqua*** (Mirb.) Oerst. and ***Nothofagus glauca*** (Phil.) Krasser. New Zealand Journal of Botany 17:353–360.

Donoso C. 1987. Variación natural en especies de ***Nothofagus*** en Chile. Bosque 8(2):85–97.

Donoso C, J Morales, M Romero. 1990. Hibridación natural entre roble (***Nothofagus obliqua***) (Mirb) Oerst y raulí (***Nothofagus alpina***) (Poepp. & Endl.) Oerst, en bosques del sur de Chile. Rev. Chilena de Historia Natural 63:49–60.

Donoso P, C Donoso, V Sandoval. 1993. Proposición de zonas de crecimiento de renovales de roble (***Nothofagus obliqua***) y raulí (***Nothofagus alpina***) en su rango de distribución natural. Bosque 14(2):37–55.

Donoso C. 1995. Bosques templados de Chile y Argentina: Variación, estructura y dinámica. 3ra edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484 p.

Donoso P, M González, B Escobar, I Basso, L Otero. 1999. Viverización y plantación de Raulí, Roble y Coihue. In Donoso C, A Lara eds. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. p. 177–244.

Donoso C, AC Premoli, L Gallo, R Ipinza eds. 2004. Variación Intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 426 p.

Echeverría C, A Lara. 2004. Growth patterns of secondary ***Nothofagus obliqua–N. alpina*** forests in southern Chile. Forest Ecology and Management 195:29–43.

Esse CR, CO Navarro, JC Pinares. 2007. Curvas de índice de sitio para ***Nothofagus*** dombeyi en la zona preandina, provincia de Cautín IX Región, Chile. Bosque 28(2):142–151.

Donoso P, C Donoso, L Gallo, MM Azpilicueta, A Baldini, B Escobar. 2006a. ***Nothofagus*** obliqua. In Donoso C (ed.) Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones. p. 471–485.

Donoso P, C Donoso, P Marchelli, L Gallo, B Escobar. 2006b. ***Nothofagus nervosa***. In Donoso C (ed.) Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones. p. 448–461.

Donoso P, C Donoso, C Navarro, B Escobar. 2006c. ***Nothofagus*** dombeyi. In Donoso C (ed.) Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones. p. 423–432.

Gezan S, A Ortega, E Andenmatten. 2007. Diagramas de manejo de densidad para renovales de roble, raulí y coihueen Chile. Bosque 28(2):97–105.

González ME, TT Veblen, C Donoso, L Valeria. 2002. Tree regeneration responses in a lowland ***Nothofagus***-dominated forest after bamboo dieback in South-Central Chile. Plant Ecology 161(1):59–73.

Grosse H. 1989. Renovales de raulí, roble, coihue y tepa, expectativas de rendimiento. Ciencia e Investigación Forestal 3(6):37–72.

Grosse H, V Cubillos. 1991. Antecedentes generales para el manejo de renovales de raulí, roble, coihue y tepa. Informe Técnico 127, Instituto Forestal, Concepción, Chile.

Grosse H, I Quiroz. 1999. Silvicultura de los bosques de segundo crecimiento de roble, raulí y coihue en la región centro-sur de Chile. In Donoso C, A Lara eds. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Santiago, Chile.

Editorial Universitaria. p. 95–125.

Kahler C. 1993. Determinación de una función de ahusamiento para renovales de roble y raulí. Ciencia e Investigación Forestal 7(1):117–130.

Lara A, C Donoso, P Donoso, P Núñez, A Cavieres. 1999. Normas de manejo para raleo de renovales del tipo forestal roble-raulí-coihue. In Donoso C, A Lara eds. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. p. 129–144.

Lara A, C Echverria, C Donoso. 2000. Guia de Ensayos Silviculturales Permanentes en los Bosques Nativos de Chile. Santiago, Chile. LOM Ediciones. 244 p.

Lusk CH, A Ortega. 2003. Vertical structure and basal area development in second-growth ***Nothofagus*** stands in Chile. Journal of Applied Ecology 40(4):639–645.

Pollmann W. 2003. Stand structure and dendroecology of an old-growth ***Nothofagus*** forest in Conguillío National Park, south Chile. Forest Ecology and Management 176:87–103.

Prodan M, R Peters, F Cox, P Real. 1997. Mensura Forestal. San José Costa Rica. Serie investigación y educación de desarrollo sostenible. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA)/BMZ/GTZ. 561 p.

Puente M, C Donoso, R Peñaloza, E Morales. 1979. Estudio de raleo y otras técnicas para el manejo de renovales de raulí (***Nothofagus alpina***) y roble (***Nothofagus obliqua***). Etapa I: Identificación y caracterización de renovales de raulí y roble. Informe de convenio No. 5, Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003, Santiago, Chile. 88 p.

Puente M, R Peñaloza, C Donoso, R Paredes, P Núñez, E Morales, O Engdahl. 1981. Estudio de raleo y otras técnicas para el manejo de renovales de raulí (***Nothofagus alpina***) y roble (***Nothofagus obliqua***). Etapa II: Instalación de ensayos de raleo. Documento de trabajo No. 41, Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003, Santiago, Chile. 63 p.

Salas C. 2002. Ajuste y validación de ecuaciones de volumen para un relicto del bosque de roble-laurel-lingue. Bosque 23(2):81–92.

Salas C, O García. 2006. Modelling height development of mature ***Nothofagus obliqua***. Forest Ecology and Management 229(1-3):1–6.

Salas C, V LeMay, P Núñez, P Pacheco, A Espinosa. 2006. Spatial patterns in an old-growth ***Nothofagus obliqua*** forest in south-central Chile. Forest Ecology and Management 231(1-3):38–46.

Trincado G, A Kiviste, K von Gadow. 2002. Preliminary site index models for native roble (***Nothofagus obliqua***) and raulí (***N. alpina***) in Chile. N. Z. J. For. Sci. 32(3):322–333.

Veblen TT, DH Ashton. 1978. Catastrophic influences on the vegetation of the Valdivian Andes, Chile. Vegetatio 36(3):149–167.

Veblen TT, DH Ashton, FM Schlegel, A Veblen. 1978. Influencia del estrato arbóreo sobre los estratos inferiores en un bosque mixto, perenni-caducifolio de Antillanca, Osorno, Chile. Bosque 2(2):88–104.

Veblen TT, DH Ashton, FM Schlegel. 1979. Tree regeneration strategies in a lowland ***Nothofagus***-dominated forest in south-central Chile. J. of Biogeography 6(4):329–340.

Veblen TT, FM Schlegel, B Escobar. 1980. Structure and dynamics of old-growth ***Nothofagus*** forests in the Valdivian Andes, Chile. J. of Ecology 68(1):1–31.

Veblen TT, C Donoso, FM Schlegel, B Escobar. 1981. Forest dynamics in south-central Chile. J. of Biogeography 8(3):211–247.

Veblen TT, C Donoso. 1987. Alteración natural y dinámica regenerativa de las especies chilenas de ***nothofagus*** de la Región de Los Lagos. Bosque 8(2):133–142.

Veblen TT, C Donoso. 1987. Alteración natural y dinámica regenerativa de las especies chilenas de ***Nothofagus*** de la Región de Los Lagos. Bosque 8(2):133–142.

Winberger P, C Ramírez. 1999. Sinecología de la regeneración natural del raulí (***Nothofagus alpina***) Fagaceae, Magnoliopsida. Rev. Chilena de Historia Natural 72:337–351

Caracterización física y socioeconómica del bosque nativo en tenencia de pequeños propietarios y su proyección productiva en la provincia de Valdivia.

038/2011

Investigador responsable: Víctor Sandoval V.*
Co-investigadores: Andrea Ríos A., Stephie Solorzano N., Jorge Moya R., Karla Locher K.

BREVE RESUMEN

Se documentan los principales resultados del proyecto CONAF 038-2011 del II Fondo de Investigación del Bosque Nativo del año 2010, denominado: "Caracterización física y socioeconómica del bosque nativo en tenencia de pequeños propietarios y su proyección productiva en la provincia de Valdivia". El área de estudio correspondió a las 8 comunas pertenecientes a la provincia de Valdivia. El diseño cartográfico y de inventario forestal tuvo como base información actualizada del Catastro y Monitoreo de Bosque Nativo (CONAF, 2006) y cobertura de roles de propiedad >4 ha actualizados al año 2012. Para el levantamiento de la información del uso actual del suelo se utilizó la Carta de Ocupación de la Tierra (COT). El levantamiento de la información socioeconómica de los Pequeños Propietarios Forestales se realizó a través de 194 encuestas, que incorporaban consultas referentes al uso del bosque nativo, importancia económica, conocimiento de instrumentos de fomento a la producción, entre otras. De los resultados obtenidos se describe para la provincia de Valdivia un total de 89.708 ha de bosque nativo perteneciente a 8.578 predios con una alta participación de renovales de alta productividad. La consolidación y sistematización de la información cartográfica y socioeconómica a través de una geo-datos (GDB).

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El laboratorio de geomática de la Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales de la Universidad Austral de Chile, postuló a la línea de investigación, adjudicándose el proyecto: "Caracterización física y socioeconómica del bosque nativo en tenencia de pequeños propietarios y su proyección productiva en la provincia de Valdivia".

OBJETIVO GENERAL

El principal objetivo fue desarrollar una línea base territorial física y socioeconómica que caracterice y zonifique a los ·pequeños propietarios forestales definidos en la Ley 20.283 de la provincia de Valdivia, con el objeto de facilitar la aplicación de incentivos al manejo que contempla la Ley del Bosque Nativo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar el recurso bosque nativo disponible por parte de los pequeños propietarios en base a la tipología forestal, estado de desarrollo, volumetría bruta y utilizable, estado sanitario.

Caracterizar a los pequeños propietarios de bosque nativo de la provincia de Valdivia en base a las variables socioeconómicas: tamaño de la propie-

* Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales - Universidad Austral de Chile.

dad, capital de trabajo, escolaridad, receptores de asistencia técnica, fuerza de trabajo y pertenencia a etnias.

Sistematizar e integrar de variables físicas, forestales y socioeconómicas que faciliten la aplicación de los incentivos que contempla la Ley de Bosque Nativo.

METODOLOGÍA APLICADA

Estimación de la superficie de bosque nativo e inventario forestal.

El área de estudio correspondió a todo predio en tenencia de pequeños propietarios forestales de la provincia de Valdivia[1]. Para ello se realizó el ajuste cartográfico y fotointerpretación a escala predial (1:5.000) a la cobertura del Monitoreo y Catastro (CONAF, 2006) y la cobertura de roles de la propiedad del Servicio de Impuestos Internos (SII) <200 ha, con imágenes Google Earth 2011 y herramientas del programa SIG ArcView 3.2. El inventario forestal aplicado correspondió a un diseño de muestreo aleatorio simple con post estratificación. Se seleccionaron 202 puntos de muestreo usando una red sistemática sobre la superficie de bosque nativo (CV%: 80; e%: 10). Por condiciones restrictivas de terreno y facilidades de ingreso a las propiedades, el establecimiento final de parcelas fue de 191 unidades muestrales y de 194 encuestas (Cuadro 1).

Cuadro 1.
NÚMERO DE UNIDADES MUESTRALES.

Comuna	Cantidad (N°)	
	Parcelas de Inventario Bosque Nativo	Encuestas socioeconómicas
Mariquina	24	41
Paillaco	18	18
Panguipulli	23	41
Los Lagos	16	21
Valdivia	40	14
Lanco	23	22
Máfil	17	7
Corral	30	30
Total	191	194

Cuadro 2.
VARIABLES PRESENTES EN LA ENCUESTA SOCIOECONÓMICA.

Variables	Descripción
I. Características del PPF	Edad, sexo, pertenencia a etnia, nivel de escolaridad, tenencia de la propiedad
II. Características del predio	Superficie predial, superficie de bosque nativo
III. Producción del bosque y comercialización	Sitio forestal explotable, tipo de explotación, uso del recurso, comercialización, importancia económica del recurso
IV. Conocimiento sobre CONAF e instrumentos de fomento	Conocimiento de CONAF, postulación a bonificación, desarrollo de planes de manejo, año de postulación, asistencia técnica.

1 Según definición expuestas en el Art. 2, inciso 17 de la Ley 20.283.

Caracterización del perfil socioeconómico
Para la caracterización del perfil socioeconómico de los pequeños propietarios forestales de la provincia de Valdivia (en adelante PPF) se elaboró una encuesta estructurada en 4 secciones (ver Cuadro 2).

El número de encuestas de cada comuna se estimó en base a aquellos usuarios que calzaran con el perfil socioeconómico requerido usando antecedentes estadísticos provinciales.

Generación de la Geodatabase .
Se generó una Geodatabase (GDB) que almacenó y sistematizó la información alfanumérica levantada en terreno y de fuentes secundarias.

RESULTADOS

Caracterización del bosque nativo en tenencia de PPF.
La superficie total predial en tenencia de los PPF en la provincia de Valdivia es de 235.911,2 ha (Cuadro 3).

El 38% de esta superficie corresponde a bosque nativo (89.707,7 ha) y el 62% a otros usos del suelo (146.203,5 ha). Las comunas de Mariquina, Valdivia y Panguipulli presentan las mayores superficies de bosque nativo de la provincia.

Cabe destacar que el 78,3% de los bosques en tenencia de los PPF corresponden a renovales con 70.222,5 ha, los cuales están ubicados principalmente en las comunas de Mariquina, Los Lagos y Valdivia (Cuadro 3).

Cabe señalar que el 48,3% de la superficie total corresponde a bosques densos, destacándose la comuna de Mariquina por presentar la mayor superficie con 7.350,7 ha.

Con respecto a los tipos forestales presentes en la provincia (Cuadro 4), el mejor representado corresponde al roble-raulí-coihue con un 56,1% de la superficie total. El tipo forestal siempreverde le sigue en superficie con el 41,1% del total provincial.

Cuadro 3.
SUPERFICIE DE BOSQUE NATIVO EN TENENCIA DE PPF POR TIPO DE ESTRUCTURA, EN HECTÁREAS

Comuna	Estructura de bosque nativo				
	Adulto	Adulto renoval	Renoval	Achaparrado	Total
Valdivia	543,8	2.561,2	9.880,6	119,8	13.105,4
Corral	2.605,8	824,9	5.976,8	-	9.407,5
Lanco	440,5	680,4	4.756,0	-	5.876,9
Los Lagos	13,8	970,8	10.100,8	11,4	11.096,8
Máfil	1.093,0	838,8	5.085,1	146,1	7.163,0
Mariquina	2.935,1	2.231,8	15.298,1	416,3	20.881,3
Paillaco	441,2	1.060,0	9.260,8	192,7	10.954,7
Panguipulli	633,2	724,6	9.864,3	-	11.222,1
Total	8.706,4	9.892,5	70.222,5	886,3	89.707,7
%	9,7	11,0	78,3	1,0	100

Caracterización del PPF y opciones productivas.
De las 8.578 propiedades identificadas como PPF en la provincia de Valdivia, un 61,1% posee predios menores a 20 ha, presentando las comunas de Mariquina y Panguipulli el mayor número de propiedades pequeñas con un 20,2 y 19,7% del total.

Se pueden establecer por medio de consultas relaciones directas entre las actuales condiciones de los bosques nativos (volumen m^3/ha, especies, y estado de desarrollo: adulto, renoval, etc.) con las características socioeconómicas de los PPF (edad, nivel educacional, pertenencia a etnia, etc.) lo que entrega claras señales de las problemáticas existentes en la provincia.

Las opciones destinadas a bonificar actividades silviculturales que favorezcan la recuperación de los bosques con fines de producción maderera, se enfocaron principalmente en renovales del tipo forestal roble-raulí-coihue y canelo, especies de alto potencial productivo bajo esquemas de manejo silvícola.

Cuadro 4.
NÚMERO DE PPF POR COMUNA POR RANGOS DE TAMAÑO PREDIAL (INDICADOR "PT").

Comuna	Nº de propietarios por rango de tamaño (ha)				Total	%
	<20	20>80	80>150	150>200		
Valdivia	454	273	49	7	783	9,1
Corral	143	124	48	7	322	3,8
Lanco	521	206	44	11	782	9,1
Los Lagos	708	351	100	22	1.181	13,8
Máfil	377	240	49	14	680	7,9
Mariquina	1.027	549	132	22	1.730	20,2
Paillaco	767	503	111	28	1.409	16,4
Panguipulli	1.243	362	69	17	1.691	19,7
Total	5.240	2.608	602	128	8.578	100
%	61,1	30,4	7,0	1,5	100	

PT=Puntaje según tamaño del predio.

Determinación de la estructura de costos de las actividades silviculturales destinadas a manejar los renovales de roble-raulí-coihue para producción maderera.

066/2011

Investigador responsable: Juan Cabas M*.
Co-investigadores: Fernando Veloso C., Bernardo Vásquez G., Rosana Vallejos C.

BREVE RESUMEN

El bosque nativo en Chile alcanza una superficie de 13,6 millones de hectáreas de las cuales el 60% se encuentra en manos de pequeños y medianos propietarios, localizados en su mayoría en el centro sur de Chile. A nivel industrial, los recursos maderables provenientes del bosque nativo sólo representan un 5% del volumen total de la industria forestal, lo que abre la posibilidad de que, a través del manejo sostenible de estos recursos, los pequeños y medianos propietarios puedan incorporarse a procesos sistemáticos de inclusión en el desarrollo económico del sector. La implementación de la Ley 20.283, "Ley sobre recuperación del Bosque Nativo y Fomento forestal", representa un desafío tanto para los productores silvícolas como para la sociedad en su conjunto. Los incentivos contenidos en la ley no han logrado captar en forma eficiente el interés de los productores para acceder a las bonificaciones, ni ha impulsado un mayor nivel de participación de las comunidades rurales en iniciativas vinculadas a la sostenibilidad del recurso forestal. La investigación desarrollada se basó en la hipótesis de que los montos de incentivos establecidos en la ley no se ajustan a los costos reales de las actividades silviculturales ejecutadas y, además, no consideran actividades o faenas adicionales necesarias para una adecuada intervención. Utilizando un enfoque participativo de análisis, este estudio se centró en la situación de los productores localizados entre la Región del Maule y la X Región, identificando factores que han incidido en su baja postulación a los incentivos de la ley, generando una nueva estructura de costeo de las actividades silviculturales con el objetivo de apoyar a los productores locales. Los resultados de esta investigación abordan además temas como la difusión de la ley y la necesidad de generar capacidades entre la población rural para promover un mejor manejo del bosque nativo desde la perspectiva de la protección ambiental, la conservación y la gestión de sus recursos.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto fue una iniciativa del Centro de Investigación y Desarrollo en Agronegocios de la Universidad del Bío-Bío, implementada en conjunto con la empresa MASISA Forestal S.A. y la Sociedad Comercial y de Desarrollo Rural, SOCODER Ltda. La hipótesis de trabajo estableció que los montos de incentivos establecidos en la legislación vigente, para actividades silviculturales destinadas a manejar renovales de roble-raulí-coihue para producción maderera, no se ajustan a los

*Centro de Investigación y Desarrollo en Agronegocios-Universidad del BíoBío.

costos reales de las actividades silviculturales ejecutadas y, además, no consideran actividades o faenas adicionales necesarias para una adecuada intervención. Por ello, este estudio se centró en la generación de un sistema de costeo de las actividades silviculturales bonificables destinadas a manejar y recuperar los renovales de roble-raulí-coihue para fines de producción maderera, establecidas en el D.S. N° 95, D.S. N° 88, D.S. N° 41, con el fin para apoyar un mejor manejo de los recursos del bosque nativo en el centro sur de Chile.

En términos metodológicos, se utilizó un enfoque de trabajo participativo y territorial; esta investigación consideró: a) el análisis de datos secundarios relevantes; b) el desarrollo de grupos focales (focus groups) con pequeños y medianos propietarios, y técnicos y profesionales vinculados al trabajo en el sector forestal; c) la realización de entrevistas semi-estructuradas a actores productivos locales; d) la determinación de una metodología de costeo de acuerdo a las variables relevantes identificadas; e) la generación de un sistema de costeo de las actividades silviculturales y f) el desarrollo de actividades de difusión de los hallazgos y resultados del estudio.

La investigación se desarrolló en tres etapas de trabajo:

Etapa 1: Recolección, sistematización y análisis de información secundaria y primaria
Síntesis de datos, elaboración de informes, diseño de bases de datos y cuadros de sistematización de la información con la identificación de las variables relevantes por zona geográfica, tipo de manejo, tipo de actividad.

Etapa 2: Generación del sistema de costeo
La generación del sistema de costeo se basó en las siguientes consideraciones:

Costeo de actividades en forma individual expresando el resultado en $/ha o $/km (UTM/ha o UTM/km).

Definición de sub-actividades o faenas en forma secuencial, generando una estructura independiente para cada actividad.

Items de costeo mano de obra, insumos, herramientas y elementos de protección personal, leyes sociales.

Grados de dificultad. Dada las condiciones del recurso se establecieron 3 grados de dificultad en la ejecución de las faenas: i) ALTO: difícil acceso, gran cantidad de matorral, alta densidad, con gran pendiente; ii) MEDIO: dificultad media de acceso, menor cantidad de matorral, densidad media, pendiente moderada; y iii) BAJO: fácil acceso, poco-sin matorrales, baja densidad, baja pendiente.

Etapa 3: Difusión de resultados del proyecto, cierre y evaluación del proyecto
Esta etapa contempló: i) la realización de reuniones de trabajo con expertos para validar los resultados y hallazgos del proyecto y ii) la participación de los investigadores en seminarios y congresos nacionales e internacionales para la difusión de los contenidos y resultados del proyecto.

RESULTADOS

Descripción de los resultados obtenidos
Para la determinación de los costos se establecieron las siguientes etapas:

a) Definición de las actividades: definición de las actividades bonificables establecidas en la legislación vigente y que serán costeadas.

b) Identificación de sub-actividades: identificación y definición de las sub-actividades ejecutadas para cada una de las actividades a costear y que conforman la estructura de costos.

c) Estimación de ítem de costo: para cada una de las sub-actividades se estimaron los ítems de costo mano de obra y leyes sociales, insumos, herramientas, y elementos de protección personal.

d) Propuestas de escenarios: se establecieron tres escenarios en función del grado de dificultad en la ejecución de las faenas, que considera:

Grado de dificultad Alto: gran cantidad de mato-

rral, difícil acceso, bosque muy denso, con fuerte pendiente y gran distancia de los centros de comercialización.

Grado de dificultad Medio: menor densidad de matorrales, acceso de dificultad media, pendiente moderada y distancia media de los centros de comercialización.

Grado de dificultad Bajo: poco o sin matorrales, fácil acceso, baja pendiente y baja distancia de los centros de comercialización.

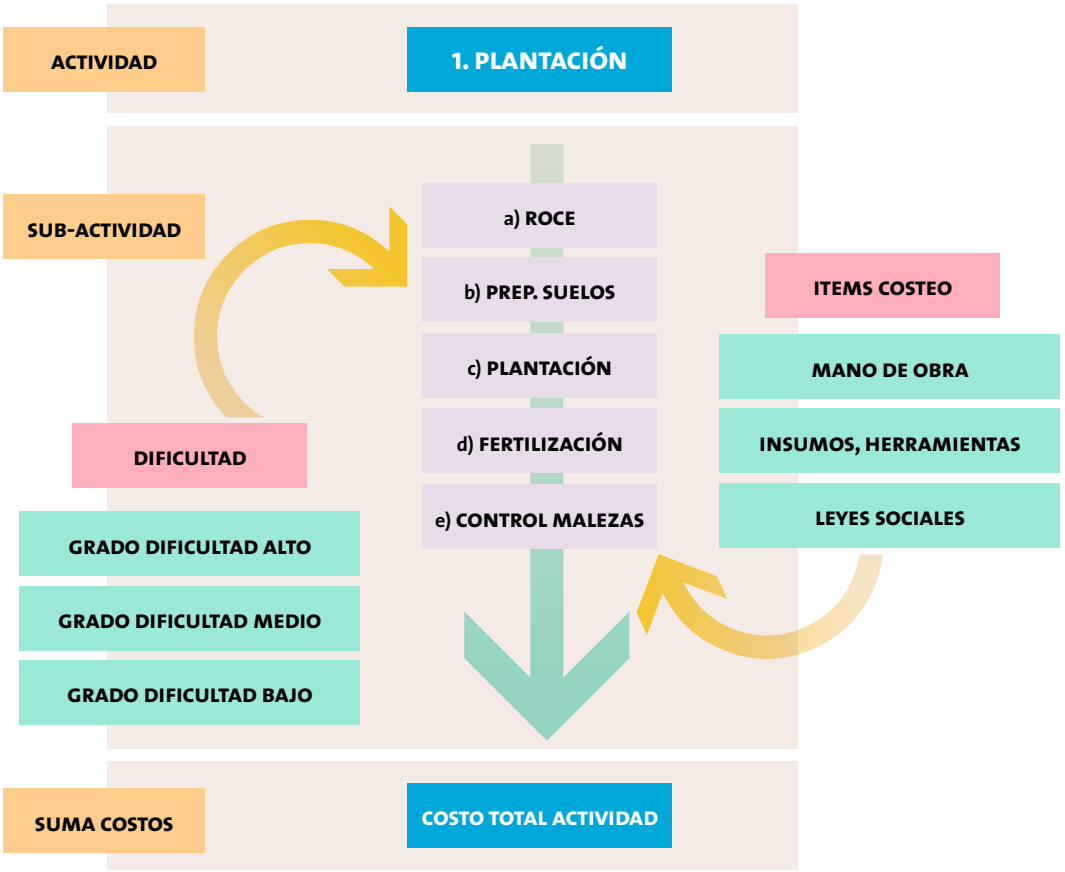

Figura 1.

Los costos estimados para cada una de las actividades bonificables y los montos de incentivos vigentes (considerando los grados de dificultad) se presentan en la tabla 1, en la página siguiente.

Tabla 1.
COSTOS ESTIMADOS PARA CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES BONIFICABLES, MONTO DE INCENTIVO.

Actividades bonificables	Costos Estimados (Utm/ha - km)			Monto Incentivo (Utm/ha-km)
	Dificultad Baja	Dificultad Media	Dificultad Alta	
Establecimiento de regenerac. natural	4,51	6,57	7,80	3,65
Plantación suplementaria (300 pltas/ha)	7,90	9,95	11,19	5,93
Plantación suplementaria (660 pltas/ha)	13,53	15,59	16,82	9,31
Limpias y actividades culturales posteriores a la siembra, plantación o reg. natural establecida	1,64	2,47	2,88	1,60
Ejecución de clareos tempranos	2,88	4,93	6,16	5,00
Ejecución de clareos tardíos	3,29	5,75	6,57	5,79
Ejecución de raleos latizal bajo	4,91	6,66	8,62	4,26
Ejecución de raleos latizal alto	4,45	6,19	7,12	1,29
Ejecución de podas de formación	1,44	1,92	3,84	1,68
Ejecución de podas baja VII a IX reg.	0,96	1,44	2,40	2,01
Ejecución de podas baja XIV a XI reg.	0,96	1,44	2,40	3,02
Protección c/ incendios (Cortafuegos)	5,44	7,50	11,19	1,78
Cerco nuevo alambre de púas	24,80	25,28	26,55	21,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.
PORCENTAJE DEL COSTO CUBIERTO POR LOS INCENTIVOS VIGENTES.

Actividades bonificables	Costos Estimados (Utm/ha - km)		
	Dificultad Baja	Dificultad Media	Dificultad Alta
Establecimiento de regeneración natural	81%	56%	47%
Plantación suplementaria (300 ptas/ha)	75%	60%	53%
Plantación suplementaria (660 ptas/ha)	69%	60%	55%
Limpias y actividades culturales posteriores a la siembra, plantación o reg. natural establecida	97%	65%	56%
Ejecución de clareos tempranos	174%	101%	81%
Ejecución de clareos tardíos	176%	101%	88%
Ejecución de raleos latizal bajo	87%	64%	49%
Ejecución de raleos latizal alto	29%	21%	18%
Ejecución de podas de formación	117%	88%	44%
Ejecución de podas baja VII a IX regiones	210%	140%	84%
Ejecución de podas baja XIV a XI regiones	315%	210%	126%
Protección contra incendios (Cortafuegos)	33%	24%	16%
Cerco nuevo alambre de púas	85%	83%	79%

Fuente: elaboración propia.

De la Tabla 1 se desprende que gran parte de los montos estimados para cada una de las actividades silviculturales analizadas está por sobre los montos de incentivos establecidos en la legislación vigente.

Un análisis comparativo de los costos estimados y la contribución de los incentivos a dichos montos se establece en la Tabla 2.

Al hacer una comparación entre los costos estimados para las actividades y el valor de incentivo, se observa que el 74% de las actividades (considerado los diferentes grados de dificultad) están bajo el costo estimado para la ejecución de la actividad (ver Tabla 2).

Aquellas actividades agrupadas como de regeneración y/o mantención del recurso (establecimiento de la regeneración natural, plantación suplementaria y limpias posteriores a la siembra, plantación o regeneración natural establecida), el valor de incentivo para el grado de dificultad baja cubre un porcentaje importante del costo de la actividad (81% promedio), pero no ocurre lo mismo cuando el grado de dificultad aumenta (grado de dificultad media y alta) llegando a cubrir aproximadamente el 53% de los costos estimados para el grado de dificultad alta.

Además, de acuerdo a la información recopilada en terreno:

La tabla de valores no considera un apoyo para la contratación de asesorías profesionales para acceder a los incentivos de la ley.

Falta de un mayor número de profesionales especializados para desarrollar actividades silvícolas del bosque nativo.

Mala calidad en infraestructura de caminos para acceder a los predios y sacar productos.

Falta de capital de trabajo por parte de los productores para asumir las faenas y esperar el pago de los incentivos.

Gran desfase de tiempo entre el desembolso realizado por el productor para el desarrollo de la faena y el pago del incentivo.

CONCLUSIONES

La falta de recursos financieros -unida a un menor acceso a información técnica-productiva y conocimiento de herramientas de gestión-, ha limitado por parte de los productores locales la implementación de estrategias destinadas a dar sostenibilidad económica, social y ambiental a la pequeña producción forestal.

A nivel de política pública, existen diversas herramientas orientadas a influir en el comportamiento de los actores productivos y sociales para promover el desarrollo de prácticas orientadas a la protección y conservación del bosque nativo, pero se requiere mayores esfuerzos para informar, educar y capacitar a la población rural sobre estos temas.

Existe un desequilibrio entre los puntos de vista privado y social respecto del bosque nativo en Chile. Lo que queda de manifiesto en la incompatibilidad de las necesidades de subsistencia de los tenedores del bosque, principalmente pequeños propietarios, versus la existencia de un enfoque de manejo sostenible considerando los demás beneficios ambientales que genera este recurso.

Lista de Investigadores y contactos

NOMBRE INVESTIGADOR	INSTITUCIÓN	DIRECCIÓN POSTAL	CORREO ELECTRÓNICO
Amanda Huerta Fuentes	Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza-Universidad de Chile	Av. Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago	ahuertaf@gmail.com
Juan Pablo Flores Villanelo	CIREN	Av. Manuel Montt 1164, Providencia, Santiago	jflores@ciren.cl
Zoia Neira Ceballos	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales – Universidad de La Frontera	Francisco Salazar 01145, Temuco	zoia.neira@ufrontera.cl
Gloria Montenegro Rizzardini	Fundación para la Conservación y Manejo Sustentable de la Biodiversidad-Pontificia Universidad Católica de Chile	Av. Vicuña Mackenna 4860, Santiago	luanolda@gmail.com
Raquel Pinto Bahamonde		Dalmacia 3251, Iquique	floratacama@gmail.com
Iván Quiroz Marchant	Instituto Forestal, sede Bío Bío	Camino Coronel Km 7,5 San Pedro de la Paz, Concepción	iquiroz@infor.cl
Pablo Eugenio Osses McIntyre	Facultad de Historia, Geografía y Ciencia Política-Pontificia Universidad Católica de Chile	Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago	posses@uc.cl
Karen Angélica Peña-Rojas	Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza-Universidad de Chile	Av. Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago	karenbioes@yahoo.es
Juan Ricardo Figueroa Jara	Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción	Casilla 160-C Centro EULA-Chile Barrio Universitario s/n, Universidad de Concepción	rfiguero@udec.cl
Víctor Alejandro Sandoval Vásquez	Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales-Universidad Austral de Chile	Instituto de Manejo Forestal, Universidad Austral de Chile, Casilla 567.	vsandova@uach.cl
Pablo Ramírez de Arellano Donoso	Investigaciones Forestales Bioforest S.A.	Casilla 70-C, Concepción (Bioforest)	pablo.ramirez@arauco.cl
Oscar Thiers Espinoza	Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales-Universidad Austral de Chile	Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales . Campus Isla Teja s/n, Valdivia	othiers@uach.cl
Cecilia del Carmen Smith Ramírez	Instituto de Ecología y Biodiversidad- Universidad de Chile	Las Palmeras 3425, Ñuñoa, Santiago	csmith@willnet.cl
Rodrigo Arriagada Cisternas	Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile	Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul,Santiago	rarriagadac@uc.cl
Juan Hernán Cabas Monje	Centro de Investigación y Desarrollo en Agronegocios-Universidad del Bío Bío	Gamero 1091, Chillán	fvelosoo1@gmail.com
Christian Salas Eljatib	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales-Universidad de La Frontera	Departamento de Ciencias Forestales, Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco	christian.salas@ufrontera.cl

ISBN: 978-956-7669-32-5