



Documento de Trabajo n°1, año 2013

## **Elementos de gestión para la restauración de ecosistemas nativos afectados por incendios forestales en Chile: Una tarea pendiente**

Ignacio Fernández Chicharro<sup>1,2,3,\*</sup>, Pablo Becerra Osses<sup>2</sup> y Eduardo Arellano Ogaz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Fundación Ecomabi, Ahumada 312, Of 425, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Departamento de Ecosistemas y Medio Ambiente, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>3</sup>Actualmente, Landscape Ecology & Sustainability Laboratory, Arizona State University, Tempe, AZ.

\*ifernanc@puc.cl

### **Introducción**

Los incendios forestales no son un fenómeno reciente. Los registros paleobotánicos entregan evidencias de que los incendios han sido un elemento modelador de los ecosistemas desde antes de la presencia del ser humano en el planeta (Goldammer 1991). Sin embargo, la creciente intervención del ser humano sobre los ecosistemas, ha modificado los regímenes de fuego a nivel mundial, causando alteraciones en la frecuencia, severidad y magnitud de los incendios en aquellos ecosistemas donde éstos ocurrían naturalmente, e incorporado el fuego en ecosistemas donde los incendios no formaban parte de la dinámica natural (Saiz 1990). Es por ello que actualmente el fuego es reconocido como uno de los más importantes agentes perturbadores de los ecosistemas naturales a escala global (Bond & Wilgen 1996).

Aún existe controversia respecto al rol que el fuego tiene sobre los ecosistemas naturales de Chile. Existen autores que postulan que el fuego pudo haber sido parte natural de la dinámica de algunos ecosistemas antes de la llegada del hombre (Fuentes & Espinoza 1986, Abarzúa & Moreno 2008), y que algunas de sus especies podrían haber desarrollado adaptaciones para resistir incendios de origen natural, como es el caso de los provocados por erupciones volcánicas (Donoso 1993, Veblen et al. 1995). Sin embargo, la escasa ocurrencia de incendios

naturales –en los últimos 25 años sólo el 0,1% de los incendios forestales registrados podría tener causas naturales-, sugiere que los incendios no fueron suficientemente frecuentes como para generar presiones evolutivas que promuevan adaptaciones de resistencia o tolerancia al fuego en la vegetación (Montenegro et al. 2004).

En Chile, los incendios forestales sólo comenzaron a hacerse frecuente tras la llegada de los colonos Europeos, quienes utilizaron el fuego como una herramienta para despejar tierras para fines agrícolas (Sanhueza 2001; Lara 2003). Desde aquella época, y a medida que la influencia del ser humano sobre los ecosistemas naturales se expandió, los incendios forestales se hicieron cada vez más frecuentes, transformándose actualmente en uno de los principales agentes degradadores de los ecosistemas forestales nativos de Chile (Fernández et al. 2010).

Desde el año 1931 existe una legislación (DS N° 4363, año 1931) que norma y restringe la utilización del fuego como práctica para habilitar terrenos agrícolas, y que incluso incorpora penas de cárcel para aquellos que causen incendios forestales. Sin embargo, los incendios forestales no han disminuido, sino que por el contrario, los registros oficiales reflejan un importante aumento de la ocurrencia de incendios en los últimos 50 años (Figura 1).

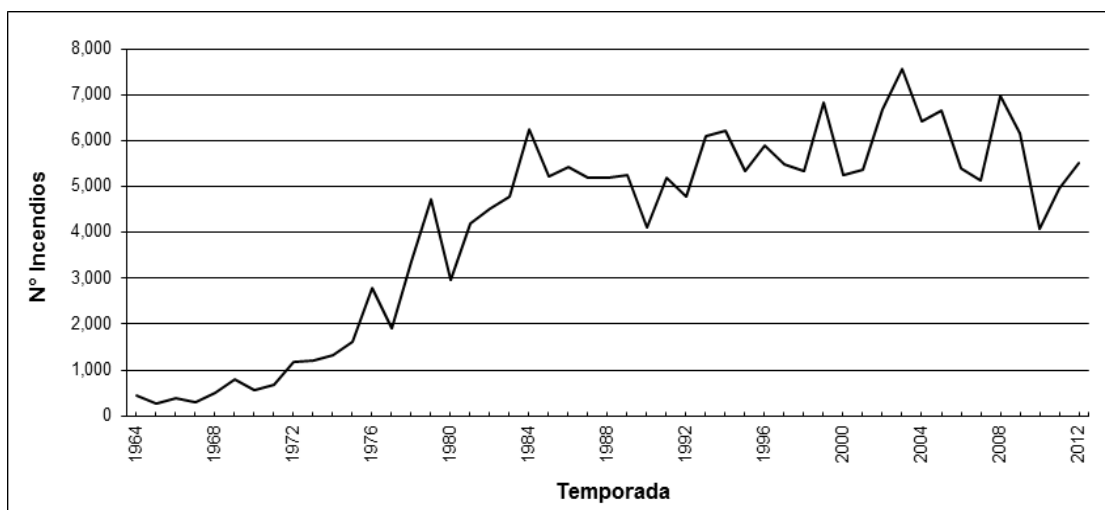


Figura 1. Número de incendios forestales registrados por temporada en las bases de datos de la Corporación Nacional Forestal (Conaf). Temporadas 1964 a 2012.

Si el número de incendios forestales es alarmante, más aún son los datos de las superficies que éstos han afectado. En base a las estadísticas oficiales, y sin incorporar una estimación de incendios no detectados, se calcula que desde el año 1964 hasta el 2012 los incendios forestales han afectado un total de 2.270.114 hectáreas, lo que equivale a más del 6% de la

superficie cubierta por vegetación del país. Si bien actualmente son muchos los incendios que afectan plantaciones forestales de especies exóticas, tomando en cuenta los datos desde el año en que se comenzó a separar por tipo de vegetación afectada (temporada de incendios 1985), hasta el 2012 más del 70% de la superficie que ha sido afectada por incendios forestales corresponde a vegetación nativa (Figura 2).

El impacto que estos incendios han tenido sobre los ecosistemas nativos de Chile es difícil de dimensionar, ya que los efectos directos (severidad *sensu* Keely 2009) de un incendio forestal sobre el componente vegetal, dependerá de las complejas interacciones entre los componentes bióticos (flamabilidad del material vegetal), abióticos (topografía y clima), y de la disposición espacio-temporal de estos elementos en el paisaje (Bradstock et al. 2010). A su vez, el efecto de los incendios en el largo plazo estará relacionado con la capacidad natural del ecosistema para recuperarse, lo cual dependerá de múltiples factores, incluyendo el estado previo de degradación del ecosistema, la severidad del incendio, la capacidad de regeneración vegetativa y/o germinativa de las especies afectadas, y la potencial recolonización desde zonas aledañas (Fernández et al. 2010).

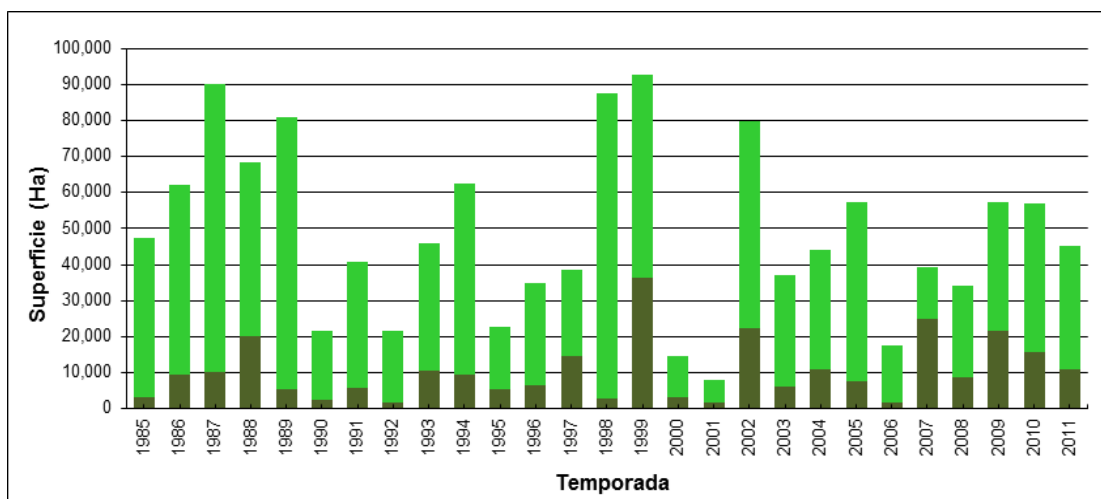


Figura 2. Superficie por tipo de vegetación afectada por incendios forestales registrados en las bases de datos de la Corporación Nacional Forestal (Conaf). Temporadas 1985 a 2011. Verde oscuro, plantaciones forestales. Verde claro, vegetación nativa.

En Chile, los estudios publicados referente a la capacidad de recuperación post-fuego de los ecosistemas nativos sugieren un impacto negativo del fuego en las dinámicas de recuperación de los ecosistemas (ver Armesto et al. 2009; Fernández et al. 2010 para una revisión). Esto se refleja en cambios en la composición y estructura de las comunidades vegetales, invasión de

especies exóticas, y la pérdida y degradación del sustrato, lo que finalmente se traduce en un empobrecimiento general del sistema (e.g. Segura et al. 1998, Pauchard et al. 2008, Vidal & Reif 2011).

En este artículo analizamos la situación actual de la restauración post-fuego en Chile, y proponemos posibles vías para incentivar y generar procesos de restauración en ecosistemas nativos afectados por el fuego.

## **Restauración ecológica post-fuego en Chile**

Con la promulgación en el año 1994 de la Ley de Bases del Medio Ambiente, y la posterior publicación de la Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable (Conama, 1998), se ha puesto de manifiesto la necesidad que tiene el país de conservar los ecosistemas nativos y recuperar aquellos que han sido degradados, de manera de asegurar el desarrollo de las futuras generaciones. Es así como actualmente existen cuerpos legales que obligan a los particulares que generan impactos sobre ecosistemas nativos a repararlos y/o restaurarlos (*i.e.* artículo 59 Reglamento SEIA), así como también existen fondos destinados a bonificar acciones tendientes a la recuperación de ecosistemas degradados en terrenos particulares (e.g. DL. 701, Ley 20.283). Si bien estos mecanismos constituyen un importante avance en lo que se refiere a la recuperación de ecosistemas degradados, el foco de atención se centra en la acción de particulares sobre predios privados, sin integrar las acciones en un plan estratégico de recuperación que implique una visión a escala ecológica de las problemáticas. Este punto es sumamente relevante en lo que se refiere a la restauración de ecosistemas degradados por la acción del fuego, ya que los incendios que generan los mayores impactos son aquellos de gran magnitud, y que por tanto afectan terrenos que están en propiedad de diferentes dueños, incluyendo predios bajo dominio privado y estatal. En este sentido, la factibilidad de restaurar ecosistemas afectados por el fuego, así como también otros afectados por grandes perturbaciones, no sólo pasa por el desarrollo de conocimiento científico en torno a cómo restaurarlos, sino que principalmente se ve condicionada a la obtención de recursos, así como a la voluntad de los dueños de los terrenos para desarrollar en sus predios acciones de restauración.

En Chile, los proyectos implementados de recuperación de ecosistemas post-fuego han sido escasos, y los pocos de los cuales se tienen antecedentes se han abordado principalmente desde la perspectiva de la rehabilitación y no de la restauración ecológica propiamente tal (Fernández et al. 2010). En gran parte de dichas iniciativas el foco de atención se ha puesto en la rehabilitación de algunos procesos ecosistémicos (e.g. control de erosión, control de escorrentía, infiltración), dejando en segundo plano la restitución de la composición y estructura de los ecosistemas. Incluso algunos de los proyectos de rehabilitación post-fuego han utilizado especies exóticas para intentar disminuir rápidamente la escorrentía superficial y controlar los procesos erosivos. Si bien estas iniciativas deben considerarse positivas para la recuperación de ciertas funciones de los ecosistemas, éstas no han sido seguidas de una etapa de restauración, y por tanto no aseguran la recuperación de la trayectoria ecológica del sistema hacia la restitución de la salud, integridad y resiliencia de los ecosistemas nativos en el largo plazo.

El motivo del por qué la restauración ecológica ha sido escasamente contemplada dentro de las opciones para recuperar ecosistemas afectados por el fuego es incierto, pero probablemente se deba a tres causas principales. La primera tiene que ver con el desconocimiento de esta temática fuera del ámbito de los especialistas. Es así como muchas veces el concepto de restauración ha sido incorrectamente empleado en proyectos cuyo objetivo es la rehabilitación y/o reforestación de ecosistemas (Fernández et al. 2010). Una segunda causa podría ser la inexistencia de una institución centralizada que fije las líneas de acción a seguir para la recuperación de los ecosistemas que son afectados por incendios forestales. En este momento a nivel estatal existe una superposición de roles entre el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Agricultura (Conaf y SAG), entidades que no necesariamente abordan la problemática de recuperación post-fuego desde las mismas perspectivas. En el caso de los privados (e.g. empresas forestales), son ellos mismos los que fijan sus líneas de acción y protocolos de recuperación post-incendio, sin existir directrices específicas en este ámbito por parte del Estado. Y la tercera causa, y quizás la más relevante, es la falta de mecanismos de gestión que permitan asegurar fondos públicos y/o privados para implementar labores de restauración en el corto, mediano y largo plazo. Por el momento las iniciativas de restauración post-fuego en terrenos del Estado se han financiado principalmente a través de fondos provenientes de cooperación extranjera, los que lamentablemente sólo han permitido desarrollar las acciones en el corto plazo, dejando inconclusas las demás acciones proyectadas (e.g. Plan de Restauración del Parque Torres del Paine para el incendio del año 2005). En

aquellos casos que el incendio ha afectado ecosistemas nativos en predios particulares, las acciones de restauración han dependido directamente de la voluntad y disponibilidad de recursos de los dueños de los terrenos, por lo que si éstas se han llevado a cabo, probablemente han sido a pequeña escala, y las aproximaciones metodológicas y resultados obtenidos son desconocidos.

Durante los últimos años la necesidad de avanzar en la temática de la restauración ecológica post-fuego ha comenzado a tomar relevancia en Chile. En parte, esta tendencia se ha generado por la notoriedad de los impactos causados por incendios en territorios altamente valorados por la sociedad civil (e.g. dentro del Sistema de Áreas Protegidas del Estado), pero también debido a los compromisos ambientales suscritos por empresas privadas (e.g. certificación FSC), y a los compromisos firmados por el Estado en lo que se refiere a la conservación y restauración de ecosistemas (e.g. Convenio Sobre Biodiversidad Biológica). Es así como actualmente tanto a nivel del mundo académico, como del Estado, empresas privadas y ONG's, se ha comenzado a instalar la necesidad de restaurar los ecosistemas nativos que son afectados por incendios forestales. Prueba reciente de ello son las acciones mancomunadas que se han, y están realizando, para elaborar e implementar el Plan de Restauración Ecológica del incendio de más de 17.000 hectáreas que afectó al Parque Nacional Torres del Paine el verano de 2012.

La inserción de la temática de la restauración ecológica post-fuego como tema relevante fuera del contexto científico, es sin duda de gran ayuda para avanzar en el desarrollo de estrategias que permitan implementar iniciativas de restauración en los ecosistemas que se han visto degradados por la acción del fuego en Chile. Sin embargo, tomando en cuenta la extensión de las superficies afectadas y los altos costos que puede implicar un proyecto de restauración, se hace urgente trabajar en una estrategia nacional que permita abordar de forma integrada estos dos elementos. Para avanzar en ese sentido, proponemos trabajar en base a los siguientes objetivos: (1) generar una metodología que permita priorizar sitios según urgencia de restauración para asignar eficientemente los recursos donde más se necesite, y (2) proponer mecanismos de gestión de recursos para poder implementar los planes de restauración en las áreas determinadas como prioritarias.

## **Generación de un modelo de priorización de sitios a ser restaurados**

El cambio de uso de suelo para actividades agrícolas, forestales y desarrollos urbanos ha generado una enorme pérdida de ecosistemas nativos en Chile. Además los ecosistemas remanentes se encuentran gravemente fragmentados y alterados por actividades de origen antrópico, siendo los incendios forestales una constante amenaza que cada año afecta a un promedio de más de 38.000 hectáreas de hábitats nativos (Fernández et al. 2010). Esta sumatoria de factores ha llevado a que varios de estos ecosistemas, algunos de ellos considerados como prioritarios a nivel mundial (Myers et al, 2000), estén desapareciendo a tasas alarmantes. Para estos casos la restauración ecológica podría ser una de las pocas opciones existentes para evitar que estos valiosos ecosistemas, junto con las especies que lo componen, se pierdan definitivamente.

Sin embargo, tomando en cuenta la enorme superficie de ecosistemas nativos afectados por incendios forestales (más de un millón de hectáreas desde el año 1985 hasta la fecha, Conaf 2012), y que los recursos disponibles para desarrollar iniciativas de restauración post-fuego en Chile por el momento son extremadamente limitados, para poder emprender procesos de restauración es crucial avanzar en alguna estrategia que permita definir dónde se deben implementar las acciones de restauración con mayor urgencia. Esta estrategia de priorización podrá estar basada en factores ambientales, pero en la decisión final se deberán integrar también factores sociales y económicos (Ciccarese et al. 2012).

En Chile ya existen propuestas que han permitido definir formaciones prioritarias para la restauración post-fuego (*i.e.* Fernandez et al. 2010), sin embargo, la escala espacial a la que se ha abordado la problemática es aún demasiado amplia como para definir específicamente cuales son los sitios que deben ser restaurados. Por ello el desafío ahora es avanzar en el desarrollo de metodologías que permitan discernir entre cuáles de los más 5.000 incendios forestales que ocurren cada año se deben priorizar las acciones de restauración. El objetivo es poder determinar cuáles son los sectores incendiados que requieren mayores esfuerzos para ser restaurados, y cuáles son los que tienen mayores opciones de recuperarse por si solos. En este sentido, la eficiencia de la distribución de los recursos estará dada por la efectividad en los resultados de las acciones de restauración (Higgs 1997).

Para avanzar en esa materia es vital comprender la importancia de integrar elementos de la ecología del paisaje dentro de las iniciativas de restauración (Bell et al. 1997). Si bien por el momento los estudios enfocados en relacionar el potencial de recuperación de sectores perturbados en función de patrones espaciales son escasos, las evidencias que resaltan la importancia de la configuración espacial para la conservación de las especies (e.g. Fahrig 2003) hacen presumir que estas mismas teorías se podrían utilizar para predecir el nivel de éxito de los proyectos de restauración. En términos simples, hay que tener en cuenta que el potencial de restauración de un sector afectado por un incendio, no sólo dependerá del estado de degradación en el que haya quedado el sector después de la perturbación, sino también del contexto espacial en el cual se inserta el sitio que se quiere restaurar (Kouki et al. 2012). Así, ecosistemas afectados por incendios pequeños, de poca severidad, y en sectores rodeados de ecosistemas bien conservados, probablemente requieran de menores esfuerzos para recuperar su trayectoria ecológica. Mientras que aquellos incendios de gran magnitud, alta severidad y rodeados por ecosistemas altamente perturbados, probablemente necesitarán la implementación de un completo plan de restauración para poder recuperarse.

Una aproximación para establecer estrategias de priorización de sitios a restaurar podría estar basada en un análisis en que se integren las características del sitio a restaurar con los patrones de paisaje en el que se inserta el sitio. Para ello algunas de las variables de paisaje que podrían ser consideradas para establecer estrategias de priorización de sitios a restaurar podrían ser: área del incendio, tipo de matriz circundante, distancia al parche natural más cercano, número de parches, y tamaño de los parches. Sumado a esto también es posible incorporar elementos topográficos (e.g. pendiente y exposición) y otros elementos que pueden ser relevantes a la escala de cuenca. Tomando en cuenta los avances tecnológicos en la última década en ámbitos de la computación, teledetección, sistemas de información geográfica, y software de análisis espacial (Iverson 2007), y sumado al hecho de que actualmente Conaf posee un completo catastro georeferenciado de los incendios forestales, creemos que es posible, y al mismo tiempo necesario, hacer uso de las herramientas tecnológicas y datos disponibles para avanzar en la creación de un modelo de priorización de sitios para restauración a nivel nacional.

Para que este modelo de priorización pueda tomar forma, será necesaria la colaboración de los diversos expertos que trabajan en la materia, de manera de poder fijar las variables ecológicas a utilizar y definir los criterios de selección. La generación de dicho modelo necesariamente



requerirá de ajustes, y por sobre todo, el desarrollo de investigaciones que permitan validar o rechazar los supuestos utilizados. Por ello, lo que buscamos aquí no es proponer el modelo, sino exponer algunas bases conceptuales que permitan dar luces de como podemos avanzar en el desarrollo de un modelo de priorización de sitios para restauración post-fuego a nivel nacional.

## **Mecanismos de financiamiento para la restauración de ecosistemas afectados por el fuego**

Actualmente la legislación chilena incluye dentro de su normativa diversos mecanismos que podrían ser utilizados para gestionar recursos para proyectos de restauración. Dentro de los principales mecanismos que se pueden mencionar se encuentran el DL 701, la ley 20.283 (LBN), el DS 95/01 (SEIA) y la ley 20.412 (SIRSD-S).

El Decreto de Ley 701 del año 1974 posee dentro de sus objetivos incentivar la forestación y/o reforestación en suelos degradados. Para ello se estipulan bonificaciones que pueden llegar hasta el 90% de los costos involucrados en las actividades realizadas, la que variará dependiendo del tamaño de los predios y el estado de degradación de los mismos. Por su parte, la Ley de Bosque Nativo (LBN) N°20.283, promulgada el año 2008, generó un fondo de investigación que permite desarrollar investigaciones tendientes a aumentar el nivel de conocimientos existentes sobre la recuperación de ecosistemas nativos. De manera complementaria, y en base al objetivo de este cuerpo legal, esta ley también entrega subsidios para la implementación de acciones orientadas a la recuperación y mejoramiento del bosque nativo.

El reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), normativa que regula lo señalado en el título segundo de la ley de bases del medio ambiente del año 1994, estipula que las actividades que generen un impacto sobre ecosistemas nativos deben estar asociadas a un plan de compensación o reparación de los daños causados. Para ello, será responsabilidad de quien genere el daño de disponer de los recursos para cumplir con estas obligaciones.

Por otra parte, el Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S) del año 2010 incentiva la conservación y recuperación de suelos

degradados mediante la bonificación de actividades orientadas a este fin. Si bien en dicha ley se explicita que los recursos serán destinados sólo a sistemas agropecuarios (*i.e.* producción agrícola), es posible generar una discusión para evaluar la pertinencia de que estos recursos pudieran focalizarse también en aquellos suelos degradados de ecosistemas forestales nativos.

Sin embargo, por el momento los instrumentos que actualmente existen en la legislación vigente no se encuentran articulados de forma centralizada, y por tanto las posibilidades de gestionar recursos de forma eficiente para proyectos de restauración es aún escasa. Actualmente estos instrumentos dependen de distintas entidades del Estado (*i.e.* CONAF, MMA, SAG), y por tanto la designación de los recursos entregados se hace desde una perspectiva de los objetivos e intereses sectoriales, y no desde una visión integral que permita focalizarlos de forma eficiente en un proyecto de restauración.

Dado que en Chile existe la imperante necesidad de reaccionar rápidamente con acciones de restauración en sitios que han sido incendiados, y dado que de acuerdo a la ley N° 20.283 y el DS 95/01, cualquier eliminación de superficie de bosque nativo, e incluso de ejemplares de especies en categoría de conservación generada por proyectos de desarrollo, deben ser compensadas con reforestación de especies nativas, parece sensato proponer que estas reforestaciones sean desarrolladas en los sitios que a nivel nacional o regional tengan mayor urgencia por restaurar. Para esto, sería necesaria la creación de alguna entidad centralizada, o la entrega de atribuciones a instituciones ya existentes (*e.g.* CONAF) que en primera instancia, establezca las prioridades de restauración, es decir, los sitios que poseen mayor necesidad y urgencia de restauración, entre los cuales por cierto se incluirían los sitios incendiados. Para ello es clave la elaboración de un catastro de los sitios prioritarios para ser restaurados. Nosotros proponemos que una alta proporción de las compensaciones forestales generadas de resoluciones ambientales, así como plantaciones a ser desarrolladas en planes de manejo forestal exigidos por la LBN, en particular las de obras civiles, sean desarrollados con un objetivo de restauración, y que los sitios a restaurar sean aquellos que presenten mayor prioridad.

Lo anterior implica, en primera instancia, que las compensaciones forestales o planes de manejo ya no sean sólo plantaciones de especies nativas a niveles prediales, sino programas reales y completos de restauración ecológica que incorporen una visión del territorio a nivel ecológico (*e.g.* cuencas). En segundo lugar, esta propuesta implica que algunas exigencias de

estos planes de compensación sean flexibilizadas, por ejemplo, en términos de la cantidad de años que las empresas poseen para cumplir con las exigencias de sobrevivencia de plantas. En este caso, al integrar los planes de compensación y de manejo en planes de restauración, el éxito de las estrategias de restauración aplicadas requerirán ser evaluadas y validadas en plazos mayores, probablemente bastante más de los dos años que establece la legislación vigente. Las empresas debieran responsabilizarse por la restauración y protección de un área dada hasta que existan evidencias científicas de que el ecosistema puede al menos autosostenerse en el tiempo y esté en vías de restauración. Para esto se requiere evaluar y cuantificar periódicamente variables indicadoras del futuro del ecosistema en cuestión, de manera de predecir si el ecosistema llegará, probablemente en el futuro lejano, a restaurarse de la mejor manera científica y logísticamente posible (Ciccarese et al. 2012). En definitiva, bajo esta alternativa de gestión, los planes de compensación y manejo, ahora reemplazados por planes de restauración, debieran basarse en ecosistemas de referencia ecológicamente válidos, secuencias sucesionales de recuperación, y diferentes estrategias, medidas y técnicas de restauración (Ciccarese et al. 2012).

Muchas veces empresas que desarrollan proyectos que involucran la eliminación de bosque nativo no poseen superficies disponibles para realizar estas reforestaciones (compensaciones), y deben emplear fondos para obtener estas superficies o arrendar sitios a otras empresas. Bajo esta propuesta, la distribución centralizada de sitios a restaurar proporcionaría los sitios a las empresas para desarrollar los planes de restauración (actualmente compensación) que exige la ley.

## **Conclusión**

Los incendios forestales son actualmente un importante factor degradador de los ecosistemas nativos de Chile. Si bien los esfuerzos por prevenir los incendios forestales se han incrementado en los últimos años, los efectos del cambio climático, el cambio de uso de suelo, la fragmentación del paisaje y la irracionalidad humana, hacen difícil pensar que los incendios forestales puedan disminuir ostensiblemente en el corto plazo. En consecuencia no sólo es importante invertir en la prevención de los incendios, sino también en recuperar los ecosistemas (y sus servicios ecosistémicos) que seguirán viéndose degradados por la acción del fuego.

Actualmente es primordial avanzar en la formulación de una estrategia nacional de restauración de ecosistemas que aborde de forma integral la urgencia de conservar y restaurar los ecosistemas nativos. Si bien la priorización de sitios y gestión de recursos corresponde a una parte importante de esta tarea, para poder implementar esta estrategia, será necesario también avanzar en otras tareas como infraestructura (e.g. viveros), capacitación de personal, guías de evaluación temprana y guías de procedimientos técnicos.

Finalmente, la decisión de qué sitios serán restaurados probablemente necesitará una evaluación que integre también aspectos sociales y económicos, pero para que ello pueda ocurrir necesariamente debemos evaluar primero el potencial que tiene cada sitio para recuperar su trayectoria ecológica.

## **Bibliografía**

ABARZÚA A & P MORENO (2008). Changing in fire regimes in the temperate rainforest region of southern Chile over the last 16000 yr. *Quaternary Research* 69: 62-71.

ARMESTO JJ, ME BUSTAMANTE-SANCHEZ, MF DIAZ, ME GONZALES, A HOLZ, MC NUNEZ-AVILA & C SMITH-RAMIREZ (2009). Fire disturbance regimes, ecosystem recovery and restoration strategies in Mediterranean and temperate regions of Chile. En: Cerda A, PR Robuchaud (eds.) *Fire Effects on Soils and Restoration Strategies*: 537-567. Science Publishers, Enfield, New Hampshire.

BELL SS, MS FONSECA & LB MOTTEN (1997). Linking Restoration and Landscape Ecology. *Restoration Ecology* 5: 318–323.

BOND WJ & BW VAN WILGEN (1996). *Fire and plants. Population and Community Biology Series. 14.* Chapman & Hall. London, UK.

BRADSTOCK RA, KA HAMMILL, L COLLINS & O PRICE (2010). Effects of weather, fuel and terrain on fire severity in topographically diverse landscapes of south-eastern Australia. *Landscape Ecology* 25: 607–619.

CICCARESE L, A MATTSSON & D PETTENELLA (2012). Ecosystem services from forest restoration: thinking ahead. *New Forests* 43:543-560.

CONAF (2012). Estadísticas Resumen Nacional de Ocurrencia y Daño 1964 a 2011. URL: <http://www.conaf.cl/conaf/seccion-estadisticas-historicas.html> (visitado el 30 de septiembre de 2012).

CONAMA (1998). *Una Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable.* Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

DONOSO C (1993). *Bosques templados de Chile y Argentina, variación, estructura y dinámica.* Ecología Forestal. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Fahrig L (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 34: 487–515.

FERNÁNDEZ IC, NS MORALES, LA OLIVARES, JC SALVATIERRA JC, MU GÓMEZ & GR MONTENEGRO (2010). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

FUENTES ER & G ESPINOZA (1986). Resilience of shrublands in central Chile: a volcanism-related hypothesis. *Interciencia* 11: 164-165.

GOLDAMER GG (1991). Tropical wild land-fires and global changes: prehistoric evidence, present fire regimes and future trends. En: JS Levine (ed.) *Global biomass burning: Atmospheric, climatic and biospheric implications*: 83-91. The MIT press, USA.

HIGGS E (1997). What is good ecological restoration? *Conservation Biology* 11: 338-348.

IVERSON LR (2007). Adequate data of known accuracy are critical to advancing the field of landscape ecology. En: Wu J & RJ Hobbs (eds.) *Key topic in landscape ecology*: 11-38. Cambridge University Press, New York.

KEELEY JE (2009). Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire* 18: 116-126.

KOUKI J, E HYVÄRINEN, H LAPPALAINEN, P MARTIKAINEN & M SIMILÄ (2012). Landscape context affects the success of habitat restoration: large-scale colonization patterns of saproxylic and fire-associated species in boreal forests. *Diversity and Distributions* 18: 348–355.

LARA A, A WOLODARSKY-FRANKE, JC ARAVENA, M CORTÉS, S FRAVER, & F SILLA (2003). Fire regimes and forest dynamics in the Lake Region of South-Central Chile. En: Veblen TT, T Swetnam & G. Montenegro (eds.) *Fire and climatic change in temperate ecosystems of the Western Americas*: 316-336. Springer, New York.

MONTENEGRO G, R GINOCCHIO, A SEGURA, J KEELY & M GÓMEZ (2004). Fire regimes and vegetation responses in two Mediterranean-climate regions. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 455-464.

Myers N, RA Mittermeier, CG Mittermeier, GA da Fonseca & J Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.

PAUCHARD A, R GARCÍA, E PEÑA, C GONZÁLEZ, L CAVIERES & R BUSTAMANTE (2008). Positive feedbacks between plant invasions and fire regimes: *Teline monspessulana* (L.) K. Koch (Fabaceae) in central Chile. *Biological Invasions* 10: 547-553.

SÁIZ F (1990). Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, sector Ocoa, V Región, Chile. I. Problema e incidencia de incendios forestales en Chile. *Anales Museo de Historia Natural* 21: 5-13.

SANHUEZA PI (2001). Fire situation in Chile. En: Goldammer JG & RW Mutch (eds.) *Global forest fire assessment 1990-2000. Forest Resources Assessment*, FAO, Rome.

SEGURA A, M HOLMGREN, J ANABALÓN & E FUENTES (1998). The significance of fire intensity in creating local patchiness in the Chilean matorral. *Plant Ecology* 139:259-264.

VEBLEN TT, BR BURNS, T KITZBERGER & R VILLALBA (1995). The ecology of the conifers of southern South America. En: Enright NJ & RS Hill (eds.) *Ecology of the Southern Conifers*: 120-155. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

VIDAL O & A REIF (2011). Effect of a tourist-ignited wildfire on *Nothofagus pumilio* forests at Torres del Paine biosphere reserve, Chile (Southern Patagonia) *Bosque* 32: 64-76.