

PLAN DE RESTAURACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y MATORRAL ESCLERÓFILO EN ARAUCO

BORIS FICA⁽¹⁾, ALDO HERNÁNDEZ R⁽²⁾, RAÚL BRIONES⁽³⁾,
ANDRÉS CAMAÑO⁽⁴⁾, JUAN ANZIETA⁽¹⁾, PABLO RAMÍREZ DE ARELLANO⁽³⁾

(1): Forestal Arauco S.A.

(2): Holon Ltda.

(3): Bioforest S.A.

(4)

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales en Chile se establecieron mayoritariamente en territorios con un alto grado de degradación antrópica. En 2012 Forestal Arauco, empresa que posee 720.000 hectáreas de plantaciones entre la región de O'Higgins y la provincia de Llanquihue, estableció un compromiso voluntario de reemplazar 25.044 ha de plantaciones por vegetación nativa, superficie en que la empresa sustituyó bosque nativo y matorrales esclerófilos arborescentes directa o indirectamente con posterioridad a diciembre de 1994. La magnitud de la superficie y su localización hace de esta iniciativa una oportunidad única para contribuir a la recuperación y diversificación del bosque nativo como hábitat de vida silvestre y fuente de servicios ecosistémicos, en particular, para las comunidades que coexisten en los territorios en que se desarrolla la actividad forestal. La superficie a restaurar que se sumaría a las 207.000 ha que la empresa ya maneja como terrenos de conservación con vegetación nativa.

Arauco hoy reconoce que su actividad depende de la sostenibilidad del entorno. Arauco produce y gestiona recursos forestales que dependen del suelo, la lluvia, la energía del sol y el aire como insumos, todos ellos elementos locales y renovables. Sin embargo, esta producción renovable depende de extensas superficies, lo cual no es neutro respecto a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los territorios. Por ello, un cuidadoso diseño de la distribución de las plantaciones y otros usos es imprescindible para lograr un conjunto armonioso que maximice la producción de madera junto a varios otros servicios ecosistémicos como el agua y la protección contra incendios además de hacerse cargo de la única biodiversidad de los territorios. En ese sentido, el proyecto de restauración es un componente esencial de la sostenibilidad de la empresa, aportando a mejorar el vínculo con

las comunidades locales y sus múltiples requerimientos por servicios ecosistémicos. Este capítulo tiene por objetivo relatar los principales desafíos y evolución que ha tenido el proyecto desde un inicio recalcando aprendizajes relevantes que pueden servir al futuro de este mismo proyecto y a muchos otros similares que Chile y el mundo debe abordar con sentido de urgencia.

ALCANCE GEOGRÁFICO DEL PLAN DE RESTAURACIÓN

Escala espacial y tipos de superficie a restaurar

El patrimonio de Forestal Arauco (FASA), alcanza a 1.097.985 ha, el 68% de las cuales corresponde a plantaciones forestales entre las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins, del Maule, del Bío Bío, de la Araucanía, de Los Ríos y de los Lagos (**Figura 1**).

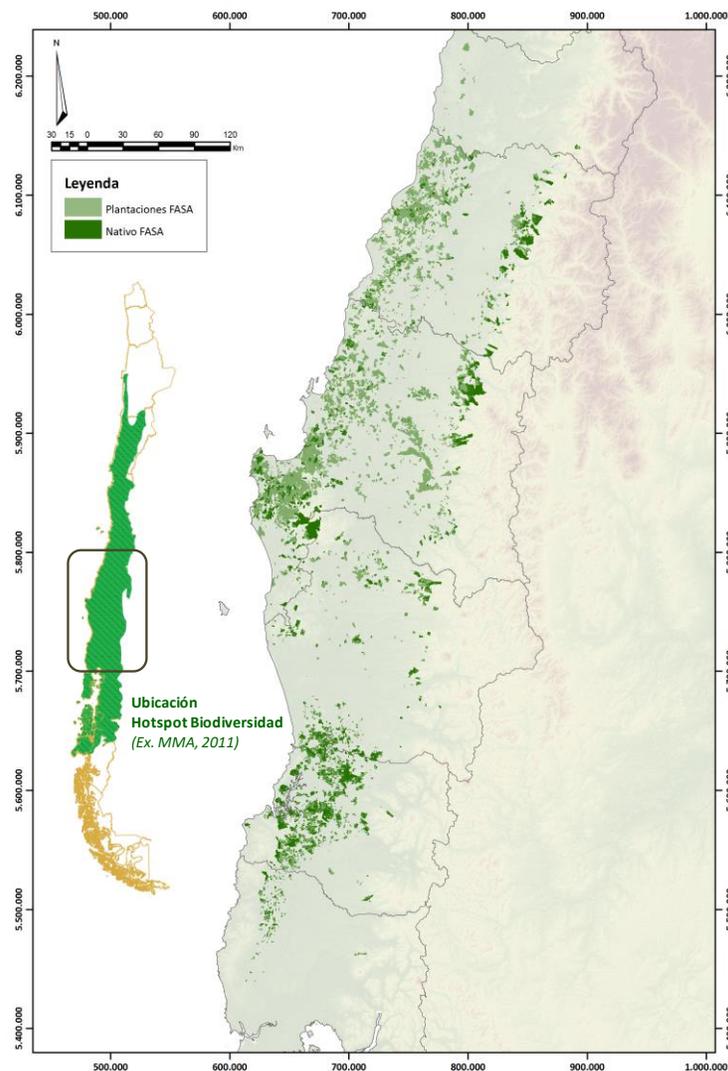


Figura 1. Ubicación del patrimonio forestal de Arauco (FASA) y hotspot de biodiversidad zona centro sur de Chile. Coordenadas en UTM, Datum WGS84, Huso 18S.

En esta zona destacan dos eco-regiones relevantes para la conservación de la biodiversidad: Matorral esclerófilo y Bosque Valdiviano (Dinerstein et al. 2001). En efecto, la zona central de Chile representa uno de los 34 puntos de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad en el planeta o hotspots de biodiversidad (Myers et al. 2000; **Figura 1**).

El plan de restauración cubre las superficies de bosque nativo y matorral esclerófilo sustituidas el interior del patrimonio de Arauco a partir de 1994, las superficies degradadas dentro del bosque nativo con altos valores de conservación, franjas de protección de los cursos de agua, caminos, bosque nativo afectado por incendios, y en general, todas aquellas porciones de bosque nativo que se encuentren degradadas dentro del patrimonio de la compañía. A la fecha el proyecto ha puesto énfasis en sectores sustituidos, zonas de protección de cursos de agua que presentan plantaciones y sectores nativos afectados por incendios. Además, se ha venido trabajando en sectores dentro de áreas de alto valor ambiental y bosque nativo degradados de manera puntual por otros motivos.

Determinación de superficies sustituidas

La superficie sustituida a partir de diciembre 1994 fue determinada y comunicada en el marco del proceso participativo de Foros Híbridos, instancias de comunicación y diálogo entre la comunidad y Arauco, donde participan actores con diferentes intereses, conocimientos y saberes, con el propósito de generar acuerdos entre temáticas que pudieran ser consideradas controversiales. Una de las materias identificadas en este proceso, fue precisamente la determinación de la superficie sustituida de bosque nativo a partir del año 1994, punto que fue abordado al interior del Foro Híbrido de Bosque Nativo entre el año 2011 y 2012.

En el Foro Híbrido de Bosque Nativo se analizaron distintas visiones orientadas fundamentalmente a acordar soluciones respecto de: (i) la identificación, determinación y verificación de la superficie sustituida a partir de 1994; (ii) la evaluación de mecanismos que permitan asegurar la no-sustitución futura; (iii) el diseño de lineamientos generales para la estrategia de restauración y (iv) el planteamiento de criterios de evaluación de las superficies sustituidas.

Siguiendo las recomendaciones del foro, la determinación de la superficie sustituida fue encargada a una empresa externa (Cartomapa), trabajo que fue posteriormente verificado por el Departamento de Geomática de la Universidad Austral de Chile. Como resultado general del proceso, incluyendo información aportada por terceras partes, se determinó que la superficie total de bosque nativo sustituido a partir de 1994 alcanza a 13.476 ha y la superficie de matorral esclerófilo alcanza a 11.569 ha, totalizando 25.044 ha (**Tabla 1**).

Tabla 1. Superficie total sustituida (ha) en predios de Arauco a partir de 1994.

EMPRESA	MATORRAL ESCLERÓFILO	BOSQUE NATIVO	TOTAL
ZONA Constitución	10.759	4.456	15.215
ZONA Chillán	486	1.122	1.608
ZONA Arauco	149	1.628	1.777
ZONA Valdivia	175	6.269	6.444
TOTAL	11.569	13.475	25.044

Del total de superficie sustituida, 19.655 ha corresponden a sustituciones realizadas directamente por Arauco, 2.895 ha fueron sustituidas por otras empresas adquiridas posteriormente por Arauco y 2.494 ha fueron sustituciones realizadas por propietarios cuyas tierras fueron adquiridas por Arauco de manera posterior a la sustitución. Adicionalmente, se detectaron 2.836 ha sustituidas, que corresponden a convenios en los cuales Arauco no es propietario del sitio. En respuesta a los acuerdos tomados al interior del foro, se estimó adecuado tomar la responsabilidad por el 100% de la superficie verificada como sustituida, independientemente de la responsabilidad directa de la sustitución.

Determinación de superficies de zonas de protección con plantaciones

El año 2012, Forestal Arauco comenzó a utilizar una definición de anchos de zona de protección que aplica a toda la superficie, evitando así las diferencias de criterio que hubo en el pasado (tabla 2). Al aplicar esta definición, se estimó que existe un 2% de plantaciones que quedaron dentro de estas zonas, representando aproximadamente unas 15.000 ha. El proceso se inicia con la identificación de los anchos de las protecciones en la cartografía,

posteriormente cuadrillas especializadas, previo a la cosecha, validan los árboles límite en terreno. Luego la Unidad de Cartografía recoge los comentarios realizados por la marcación de terreno para elaborar la cartografía definitiva de las nuevas protecciones. Esta cartografía es utilizada como base en todas las actividades de la empresa.

Estas superficies están siendo restauradas y se ha venido investigando la mejor forma de restaurarlas de manera de mejorar y no interrumpir su función ecológica. Una de las principales controversias sobre la restauración de estas zonas es en qué momento y cómo hacer la transición desde plantación a vegetación nativa, existiendo alternativas que van desde extraer todos los árboles de la plantación junto con la cosecha del terreno aledaño hasta el dejar las plantaciones en pie para que sirvan de protección a la regeneración de vegetación nativa bajo ellas.

Tabla 2.-Anchos mínimos de protección permanente entorno a cursos de agua (Basado en DS-82,2011).

Clase	<30%	30-45%	>45%
Cursos temporales de sección de cauce menor a 0,5 m ² (200ha)	5m	5m	5m
Manantiales (orígenes de agua)	10m	20m	30m
Cursos permanentes de sección de cauce menor a 0,5 m ² (200ha)	10m	10m	10m
Cursos temporales o permanentes de sección mayor a 0,5 m ² (200ha)	10m	20m	30m
Cuerpos de agua	10m	20m	30m
Humedales	10m	10m	10m

Determinación de superficies de vegetación nativa afectadas por incendios

Uno de los mayores riesgos al patrimonio forestal son los incendios, por lo cual todos los años Arauco destina una importante cantidad de recursos para prevenir y combatir alrededor de 1.500 focos de incendios al año. En algunos años y zonas se presentan situaciones de carácter climático con fuertes vientos ($V > 30$ km/hr), baja humedad relativa ($HR < 30\%$) y altas temperaturas ($T^{\circ} > 30$ C $^{\circ}$) que pueden producir incendios de gran magnitud causando cuantiosos daños a plantaciones, bosques nativos, zonas de protección, infraestructura y otros usos. Una vez extinguidos los incendios, se comienza un proceso de restauración para recuperar las plantaciones productivas, la vegetación nativa y las protecciones de cursos de agua.

Como ejemplo podemos mencionar el incendio ocurrido en enero de 2012 dentro del área de Quillón (Región del Biobío) que a esa fecha correspondió a uno de los incendios

forestales de gran tamaño en la zona central de Chile. Las estadísticas generales determinaron que este incendio consumió más de 28.000 ha, principalmente en las comunas de Florida, Quillón, Ránquil y San Rosendo. Para Arauco, el patrimonio forestal siniestrado alcanzó a 9.717 ha, de las cuales 1.120 ha correspondieron a protecciones y bosque nativo.

En enero de 2017 se produjo el mayor incendio de la historia reciente del país donde se quemaron cerca de 518 mil hectáreas entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía, afectando casas, infraestructura, industrias, cultivos agrícolas, plantaciones, bosque nativo, praderas, matorrales, entre otros. Los incendios tuvieron un origen antrópico, con múltiples focos, cuya propagación fue favorecida por condiciones climáticas inusualmente adversas que hicieron imposible su control.

Respecto de este último incendio, Arauco fue fuertemente impactado con la destrucción de infraestructura y con la quema de cerca de 71 mil hectáreas de plantaciones de pino y eucaliptus, y otras 15 mil hectáreas de bosque nativo y protecciones, de las cuales 2.500 ha corresponden a Alto Valor de Conservación.

OBJETIVOS DEL PLAN DE RESTAURACIÓN

El objetivo General es Restaurar ecosistemas nativos degradados por distintas causas, buscando maximizar de manera sustentable los servicios ecosistémicos que éstos proveen, resguardando la eficiencia económica de estos esfuerzos para asegurar su efectividad en el largo plazo.

Los Objetivos Específicos son 1.-Asegurar la sostenibilidad de los esfuerzos de restauración buscando armonizar los aspectos sociales, 2.- ambientales y económicos, Mejorar la provisión de servicios ecosistémicos asociados a la biodiversidad nativa. 3.- Generar relaciones de colaboración con diversas partes interesadas que contribuyan a incrementar sosteniblemente los usos sociales, económicos y culturales asociados a la restauración del bosque nativo. 4 crear y difundir conocimiento científico de manera asociativa y establecer mecanismos de divulgación que contribuyan a iniciativas similares.

ESTRATEGIA DEL PLAN DE RESTAURACIÓN

Para dar respuesta a los objetivos propuestos, la estrategia tiene su base en el enfoque de restauración del paisaje forestal (RPF), y reconoce la carencia de estudios de restauración en plantaciones forestales a escala operacional, al menos dentro del ámbito Nacional. La RPF corresponde a un enfoque de restauración propuesto inicialmente por Lamb & Gilmour (2003) y posteriormente retomado por Mansourian et al. (2005), Rietbergen-McCracken et al. (2007) y más recientemente, por Newton & Tejedor (2011).

Newton (2011) realiza una revisión actualizada de la RPF y propone los siguientes principios como base para su aplicación:

- a. La RPF es un proceso flexible que necesitará ser adaptado individualmente a cada contexto ecológico, socioeconómico, cultural y político.
- b. La RPF es un proceso participativo, que requiere del compromiso de las partes interesadas para que tenga éxito.
- c. La RPF debería basarse en un enfoque de gestión adaptativa para asegurar que sea sensible a los cambios sociales, económicos y ambientales; por lo tanto, requiere un programa de seguimiento y un proceso de aprendizaje adecuados.
- d. La RPF busca restaurar los procesos ecológicos a escala de paisaje que garanticen el mantenimiento de la biodiversidad y las funciones ecológicas, y que otorgue elasticidad frente a los cambios ambientales; esto requerirá tomar decisiones a nivel de sitio en un contexto de paisaje.
- e. La RPF busca mejorar la provisión de los servicios ecosistémicos para los seres humanos a escala de paisaje y, por lo tanto, contribuir a mejorar el bienestar humano.

En este sentido, el plan de restauración de Arauco incorpora el enfoque de la RPF a través de un proceso de investigación-acción que contiene los siguientes elementos:

1. Generación de **ciclos de ensayos-evaluación-escalamiento**, con énfasis en el enfoque adaptativo. Considera la necesidad de incorporar procesos de diseño, manejo y monitoreo, para evaluar sistemáticamente los resultados obtenidos en un contexto de aprendizaje continuo. Se propone así la implementación de un proceso de dos fases: la primera fase de restauración mediante ensayos orientada a generar conocimiento base

mediante pilotos o ensayos de restauración; la segunda fase de escalamiento que recogerá las mejores prácticas y resultados obtenidos en la primera fase (**Figura 2**).



Figura 2. Estrategia general de ensayos-evaluación-escalamiento.

2. Se incorpora en el plan el **enfoque participativo** como parte de la estrategia general de restauración, con énfasis en la consideración del conocimiento ecológico local, maximizando la participación de las comunidades locales para acordar las metas de restauración (Armesto et al. 2007). Involucrar a los actores locales y considerar de forma explícita el conocimiento ecológico local permitirá entender cómo las comunidades locales ven el proceso, lo que es fundamental para encontrar formas en las que armoniosamente se cumplan los objetivos estratégicos de la restauración, y los de las comunidades que se verán beneficiadas con la recuperación de los servicios ecosistémicos que provee el bosque nativo (Long et al. 2003; Egan et al. 2011; Newton 2011).
3. Dada la escala del plan de restauración, resulta necesaria a generación de un **proceso de priorización** que permita la selección de sitios en los cuales los esfuerzos de restauración resulten en la maximización de beneficios socio-ambientales. Esta priorización requiere el desarrollo de criterios e indicadores apropiados que permitan, por una parte, asegurar el éxito de las iniciativas abordadas y, por otra, maximizar los resultados del proceso de restauración ecológica (Lamb & Gilmour; 2003; Mansourian et al. 2005; Geneletti et al. 2011; Orsi et al. 2011).
4. El cuarto aspecto que forma parte de la estrategia de restauración se relaciona con la necesidad de privilegiar los procesos de **restauración natural** (o pasiva) por sobre la restauración activa, propiciando las condiciones necesarias para su éxito. La

restauración natural es la más común, y en muchas situaciones es la única opción viable para la restauración (Lamb & Gilmour 2003), por lo cual debería ser priorizada si la resiliencia del ecosistema es alta después de controlar los factores limitantes (SER 2004; DellaSala et al. 2003; Kauffman et al. 1997). Las investigaciones conducidas por Birch et al. (2010) y Bullock et al. (2011), demostraron que la restauración pasiva puede ser la única opción capaz de generar beneficios económicos. Adicionalmente, en el caso de Arauco, se verifica que la mayor parte de los sectores sustituidos a partir del año 1994 poseen sólo una rotación de plantaciones, razón por la cual resulta altamente probable que en estos sitios los procesos de restauración natural sean exitosos, debido a la existencia de fuentes de propágulos en los sectores sustituidos y a la presencia de sotobosque bajo el dosel de plantaciones. Es muy importante destacar que la priorización de la restauración natural, no implica el descarte de la restauración activa como alternativa en aquellos casos donde se verifique la inexistencia de fuentes cercanas de propágulos de especies relevantes al ecosistema, o donde el estado inicial del suelo y del sotobosque indiquen la necesidad de enriquecer el área.

5. Para cumplir con el adecuado levantamiento y difusión del conocimiento científico generado, se formarán **alianzas con universidades y centros de Investigación**. La vinculación con sector académico obedece a la necesidad de generar la calidad de información necesaria para evaluar adecuadamente el desempeño de las iniciativas de restauración emprendidas, toda vez que se articulan las sinergias necesarias de la restauración con otras iniciativas vinculadas al proceso de certificación FSC™, tales como las Áreas de Alto Valor de Conservación (AAVC).
6. Debido a que el proceso de restauración involucra costos asociados al financiamiento de las labores de cosecha, habilitación, evaluación y monitoreo, el total de actividades de restauración proyectadas para los sitios sustituidos se realizará conforme se verifique el avance de las cosechas, de acuerdo a la Planificación de cosechas FASA. Esta planificación ha resultado en una baja incorporación de sitios hasta el 2016, año en que se incorporan más de 500 ha, tendencia que continúa duplicándose exponencialmente los siguientes dos años (**Figura 3A**). En la Figura 3A se proyectan las superficies en base a la planificación de cosecha para dos escenarios. El primer escenario es restaurar exactamente en los sitios en que se identificó la sustitución, el segundo incluye el

compensar en algunos sectores buscando maximizar el aporte a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la restauración.

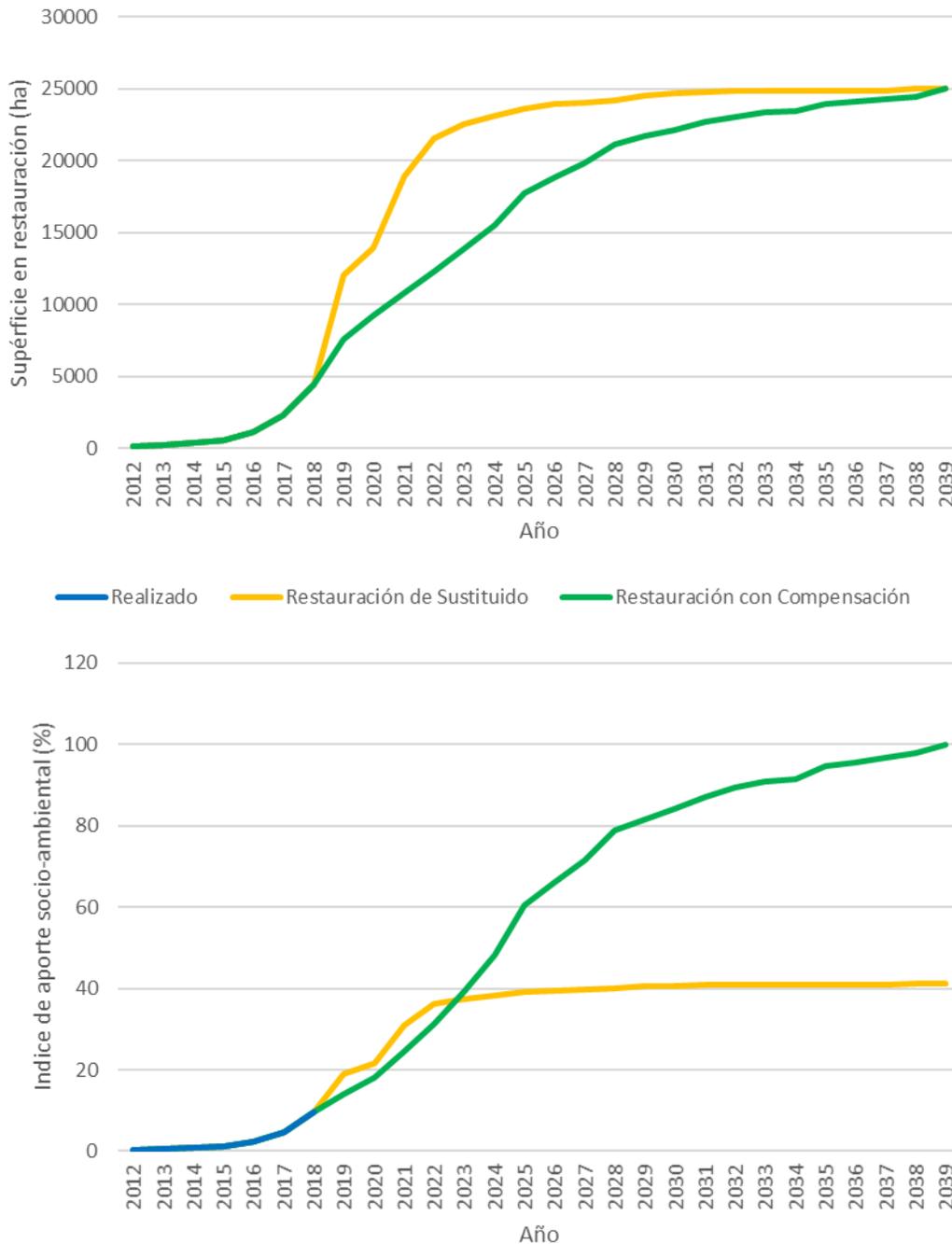


Figura 3. A) Proyección de superficie a restaurar según planificación de cosechas de Arauco y B) Aporte relativo de superficie con 197 valores socio-ambientales considerados para priorizar comparando el escenario restaurar lo sustituido versus incluyendo compensaciones por sitios de mayor aporte socio-ambiental.

En la Figura 3A se observa que entre los años 2019 y 2021 se incorpora una superficie que supera las 14.500 ha mientras que el escenario que incluye compensación sólo incorpora unas 6.400 ha durante esos tres años. Sin embargo, en Figura 3B se puede observar que el aporte proporcional en superficie que contiene elementos de la biodiversidad y servicios ecosistémicos es significativamente superior en el escenario con compensación. La forma en que se priorizó para compensación se explica en las secciones siguientes de este capítulo.

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA (Dónde, Cómo, Con Quién)

Priorización de sitios para restauración (Dónde restaurar)

Se priorizó las áreas a restaurar sobre la base de criterios participativos levantados principalmente al interior del Foro Híbrido de Bosque Nativo y el posterior Consejo de Restauración, este último actualmente se fusionó con el consejo de AAVC recibiendo el nombre de Consejo Consultivo de Biodiversidad y Servicios ecosistémicos. Dada la calidad de la información sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos con que cuenta Arauco y la necesaria mirada a nivel territorial de las sus operaciones, esto es, consistente buscar mejorar la condición socio-ambiental del entorno de los predios y los territorios en que Forestal Arauco desarrolla sus operaciones, se optó por realizar una priorización que incluye el territorio comprendido entre la Región de O'Higgins y la provincia de Llanquihue.

La priorización utilizó el enfoque de planificación sistemática de la conservación (e.g. Margules y Pressey 2000), buscando conseguir metas explícitas de representación para 201 elementos asociados a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del territorio en base a un conjunto de sitios de conservación y restauración que intentan minimizar el costo de implementación. Entre los elementos a considerar estuvieron puntos de colecta de especies amenazadas (85 especies), modelos de distribución espacial de especies amenazadas (94 especies), cuencas (1.151 cuencas agrupadas en una), zonas visibles desde caminos públicos en áreas de interés turístico (11), Pisos Vegetacionales amenazados (5) y zonas propensas a deslizamientos que hoy no poseen bosque nativo (11). Se está preparando una publicación con los detalles de este ejercicio para la zona central de Chile.

La priorización permitió identificar 12.500 ha representadas por sitios llamados “emblemáticos” dada su continuidad espacial y el impacto que tienen a nivel nacional para la representación de la biodiversidad y algunos servicios ecosistémicos. Existen además una priorización de todos los rodales actualmente con plantación lo cual permite, en base

a interacción con partes interesadas locales identificar otras 10.000 ha que aportan significativamente con servicios ecosistémicos a dichas comunidades. Uno de los principales desafíos es que los sitios seleccionados para restauración surjan del vínculo con las comunidades y partes interesadas locales y potencien esta relación de largo plazo.

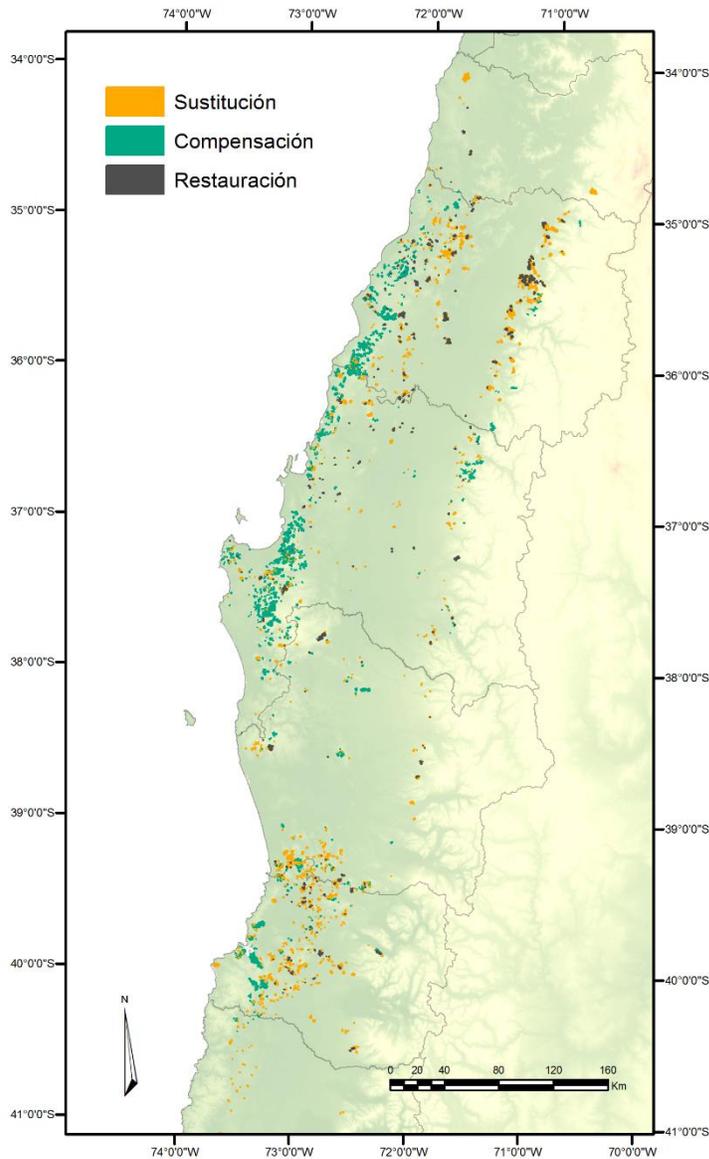


Figura 4. Posicionamiento espacial de los sectores sustituidos, la actual propuesta de compensación y sitios en que ya se inició la restauración.

Esquema general del proceso de restauración y ejemplos de sitios en restauración (Cómo restaurar)

Una vez que se ha seleccionado un sitio prioritario para la restauración, se visita para verificar la factibilidad técnica y operacional de la restauración. Esto incluye evaluar el historial de manejo del sitio, la facilidad de acceso y la presencia de amenazas recurrentes no controlables. Para ello existen listas de chequeo que permiten una rápida evaluación del sitio. Una vez verificados en terreno los antecedentes generales, incluyendo la presencia de elementos por los cuales se priorizó, se acepta o descarta el sitio para iniciar el proceso de restauración.

Las actividades proyectadas, una vez tomada la decisión de restaurar un sitio, se inician con la evaluación del sitio a restaurar y del sitio de referencia, definido aquí como la porción de bosque nativo cercana no degradada que sea más representativa de la condición esperada en cada sitio (**Figura 5**). Las dimensiones a evaluar corresponden a la estructura y composición vegetal del sitio, evaluación que será apoyada con los antecedentes disponibles en formato LIDAR para cada sitio y sitio de referencia. El análisis es complementado con la información levantada a través cuadrillas especializadas y de los antecedentes que pueda aportar la comunidad cercana al sitio y otras partes interesadas. Con toda esta información como referencia inicial se definirán los objetivos de restauración específicos por sitio y las actividades necesarias para lograrlos.

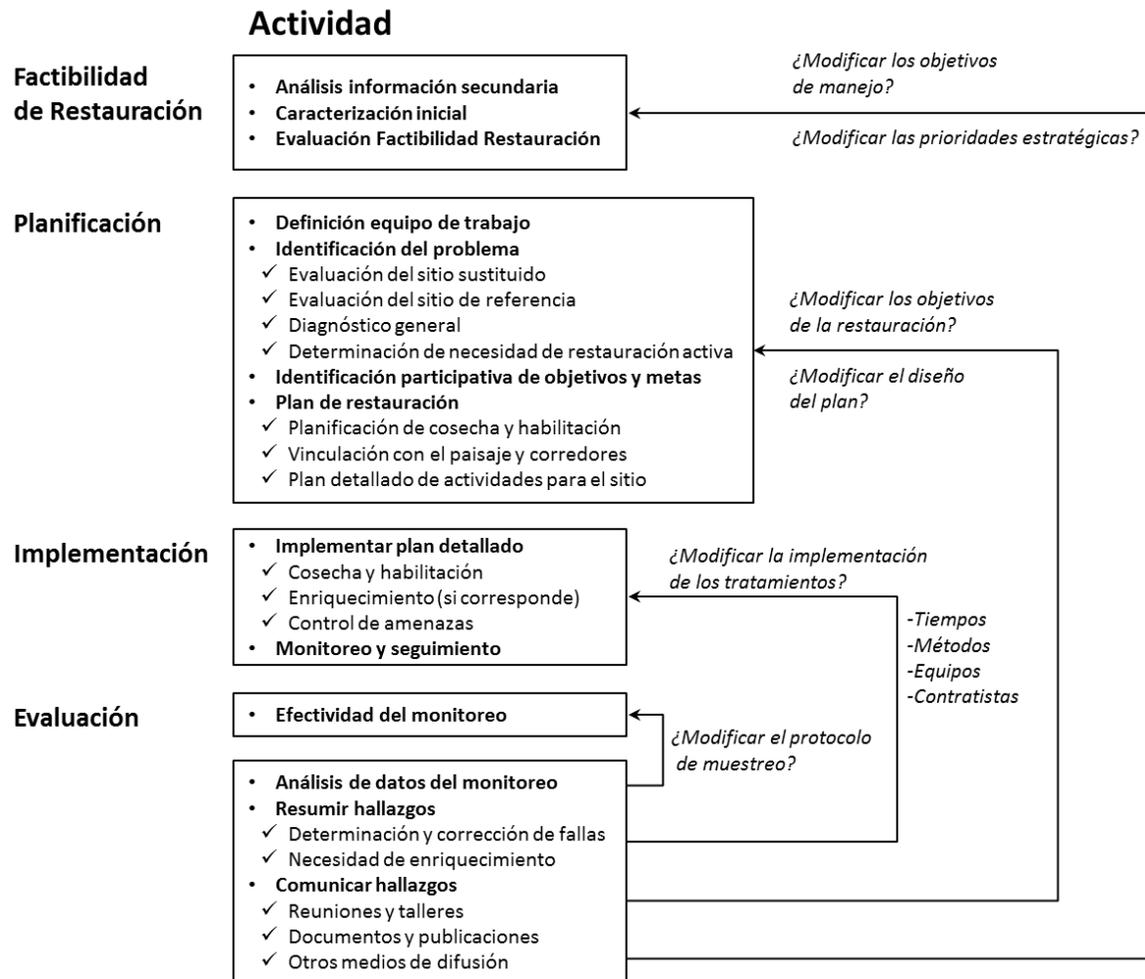


Figura 5. Planificación general de las actividades a desarrollar en cada sitio, incluyendo esquema adaptativo (modificado de Gaboury & Wong 1999).

En esta fase se incorpora el enfoque adaptativo siguiendo las recomendaciones de Mansourian et al. (2005), a través de una adaptación general del modelo de Gaboury & Wong (1999) para restauración de cuencas (**Figura 5**). La retroalimentación permite modificar o refinar las prácticas de restauración y promover el éxito de las mejoras en restauración con el tiempo. También puede resultar en una mayor eficiencia y en la reducción de los costos asociados con la planificación de proyectos, su implementación y/o evaluación. El monitoreo permite mejorar la comprensión sobre las funciones del ecosistema y los umbrales de respuesta, proporcionando información detallada sobre qué prácticas son efectivas y qué prácticas no lo son (Clewell & Rieger 1997). Uno de los desafíos actuales es contar con indicadores de éxito hacia el o los tipos posibles de vegetación objetivo que se pretende conseguir en cada sitio, permitiendo orientar los

esfuerzos hacia sitios en que no existe un avance adecuado o donde la trayectoria de la dinámica de la vegetación no asegura el logro del objetivo. Para ello se ha propuesto utilizar la descripción de las diversas variables estándar de descripción de cada sitio y la vegetación objetivo en un espacio multivariado que permita identificar la “distancia” entre un sitio en restauración y su vegetación objetivo (**Figura 6**).

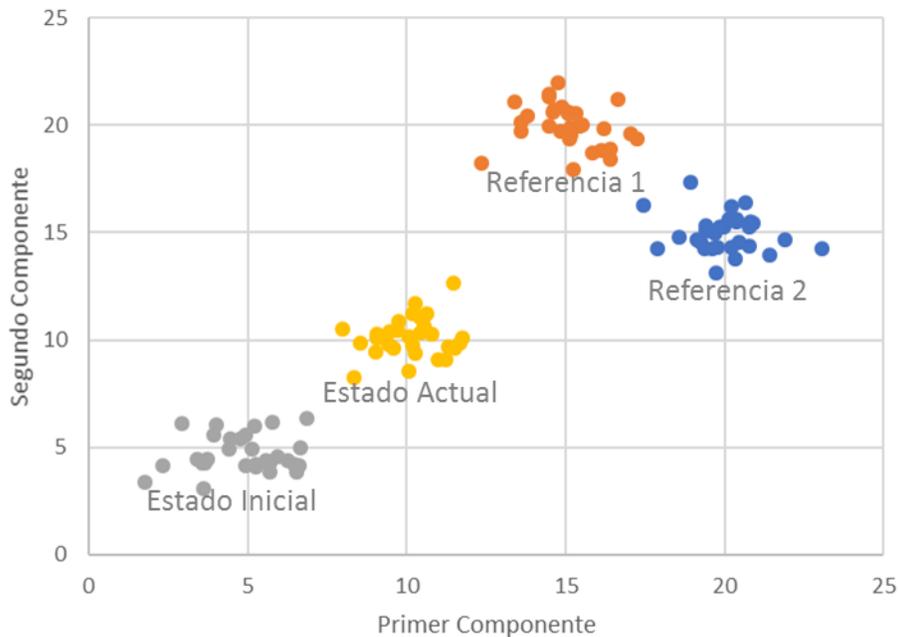


Figura 6. Análisis de Clusters para un sitio en restauración con dos vegetaciones de referencia como objetivos posibles, un estado inicial y una evaluación de estado actual.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de sitios que están actualmente en proceso de restauración, destacando el porqué se seleccionaron y son importantes, qué acciones se han realizado (incluyendo vínculo con partes interesadas) y qué desafíos o acciones futuras hay para el sitio.

Restauración de bosque nativo en Área de Alto Valor de Conservación Ciénagas del Name. (Superficie 150 ha.)

Arauco ha priorizado la cuenca tributaria del humedal Ciénagas del Name, como un Área de Alto Valor de Conservación (AAVC), con motivo de corresponder a un Sitio Prioritario

para la Conservación de la Biodiversidad de la Estrategia Regional de Biodiversidad del Maule (2002). Tiene por atributos, tanto por su diversidad y riqueza de especies en categorías de conservación, como representar ecosistemas de humedales del secano interior del país. Considerando que esta AAVC fue afectada por incendio de enero de 2017, se realizaron acciones de restauración como la cosecha de rodales de pino quemado, ordenamiento de desechos en curva de nivel para evitar la sedimentación del cuerpo de agua, también se construyeron cercos para proteger la restauración, posteriormente se realiza monitoreo por dos años a través de parcela circular de 250 m² (8,9 m de radio). Estos monitoreos permiten conocer que vegetación viene creciendo en forma natural, por sectores, sus amenazas y decidir sobre qué sectores enriquecer con plantación de especies nativas.

Desde julio del 2017 se ha reforestado con especies nativas en 44,3 ha aledañas al cuerpo de agua. La prescripción de la plantación de nativo fue a partir de núcleos de 3 plantas donde la planta central tendrá malla raschel de 1 metro de altura para utilizarlas de sombreadero, tanto para el interior de la planta como para el exterior y las otras 2 plantas tienen bolsa protectora contra daño por conejos. Se plantó aproximadamente 14.000 plantas con altura de 20 cm de s boldo, huingán, peumo, quillay, espino, arrayán, maitén y mardoño (Figura XXX). Estas plantas fueron producidas en los viveros de Arauco producto de la recolección de semillas en años anteriores. Estas semillas son colectadas por los guardabosques y cuadrillas de Biodiversidad en los periodos de semillación, dependiendo de la especie, los cuales al llegar al vivero son pesados (kg), anotado el lugar donde fue colectado, altura, época de colecta, entre otras para no perder la trazabilidad, posteriormente una vez que tienen el tamaño para ser plantados (25 cm) se regresan a los sectores donde fueron colectadas a una distancia que no supere los 20 km, asegurando, bajo un enfoque precautorio, no generar “contaminación genética” de poblaciones locales. A un año de la plantación, la sobrevivencia supera el 88%, lo cual es exitoso considerando las altas temperaturas de esas zonas, las amenazas antrópicas y presencia de ganado del sector.



Foto N° xxxx Desechos en curva de nivel para evitar la sedimentación del cuerpo de agua



Foto N° xxxx Plantación de nativo fue a partir de núcleos de 3 plantas.



Foto N° xxxx Planta central con malla raschel utilizada de sombreadero para otras plantas



Foto N° xxxx Planta central con malla raschel generando sombra a la planta

Restauración de Bosque Nativo en Cordillera de Nahuelbuta Predio Caramávida, Sección 9 (Superficie: 121,5) Primer caso de Compensación en predios de Arauco

Esta restauración de Caramávida es el primer caso de compensación interpredial realizada en Arauco. Se debió a que el predio Cifuentes ubicado en el Área de Curanilahue, tiene una superficie total de 1.065 ha., de las cuales 203 ha. tienen sustitución de Bosque Nativo post 1994. y presenta rodales de distintas edades. Por otro lado, en el predio Caramávida “S9” ubicado en el Área de Cañete, se cosechó en septiembre 2015 una superficie de 121,5 ha. que están adyacentes al AAVC Caramávida (20.481 ha.), lugar que además está declarado como Sitio Prioritario para la Conservación (CONAMA 2006), y Área Prioritaria para la Conservación en la ecorregión de los bosques templados (WWF 1999). Además, que existe presencia confirmada de zorro de Darwin (*Lycalopex fulvipes*), Michay Rojo (*Berberidopsis corallina*), Ranita de Darwin (*Rhinoderma darwini*) y es hábitat potencial para Queule (*Gomortega keule*), Araucaria (*Araucaria araucana*), Orquídea de Nahuelbuta (*Chloraea cuneata*), Helecho acuático (*Isoetes araucaniana*) y Carpintero grande (*Campephilus magellanicus*). Adicionalmente, es un sitio altamente visible desde caminos públicos, protege laderas de altas pendientes y permite generar conectividad con otros parches de vegetación nativa

Previo a decidir la compensación se consideró la opinión de distintos actores involucrados en la conservación de la Cordillera de Nahuelbuta (Diálogo Forestal, Iniciativa Nahuelbuta, Municipalidad de Cañete, CONAF, UdeC, WWF Chile). La propuesta fue intercambiar las 125,1 ha. cosechadas del predio Caramávida, para compensar la sustitución de Bosque Nativo realizada en el predio Cifuentes.

A la fecha, a modo experimental, se ha realizado una plantación de nativo de 300 pl/ha en una superficie total 2 ha que estaba desprovista de vegetación, el sitio fue seleccionado según el análisis de estratificación utilizando como criterios el Índice de vegetación, generado a partir de imágenes satelitales (LANDSAT). Cabe destacar que en casi la totalidad del área a restaurar las especies arbóreas y arbustivas presentan indicadores con un alto nivel de cobertura y regeneración natural.

En la metodología de la plantación fue a través de núcleos de 10 plantas, sin cubierta de protección contra lagomorfos y utilizando especies como arrayan, avellano, lingue, peumo y ulmo, además se habilitó un sendero de visita para conocer la experiencia, se instalaron

percheros y comederos para posaderos de aves, refugios de anfibios con rodela de madera y refugio de reptiles con desechos de la cosecha, para ayudar en la restauración con el desplazamiento de semillas.

Para los próximos años se pretende buscar nuevos sitios de restauración para ampliar la zona continua de bosque nativo (e.g. Sección 8), agregar esa superficie al AAVC Caramávida existente, continuar con los monitoreos de flora y fauna, seguir con la generación de alianzas con partes interesadas para ser usado como laboratorio natural experimental para estudios y aplicar la metodología de Regeneración de árbol semillero por efecto borde entre Bosque nativo y zona a Restaurar.



Foto N° xxxx Cosecha realizada en 2015 conservando las zonas de protección



Foto N° xxxx Regeneración de nativo luego de un año de la cosecha



Foto N° xxxx Sendero de visita para conocer la experiencia de restauración



Foto N° xxxx Plantación de nativos en forma de núcleo en sectores más desprovisto de vegetación.

Restauración plantación en predios de secano Zona Norte, Predios: Esquilla de Trilico (21, 5 ha)

Este predio fue cosechado el 2013 y posee una superficie con sustitución post año 1994, es de tipo forestal Matorral esclerófilo y fue uno de los primeros predios cosechados del secano del valle central. Presenta vegetación dominante como espino en el estrato arbóreo y mucha presencia de gramíneas en el estrato inferior, debido a las condiciones de suelo y clima dominante. Al ser un sitio de condición climática extrema, se realizó un ensayo de plantación de nativos en forma de núcleos (10 individuos) que fueron instalados en el año 2015 con distintas técnicas (con y sin malla). Un resultado relevante es que luego de un año, las plantas protegidas por malla sombreadero tuvieron un 42% de sobrevivencia en comparación 28% obtenido sin malla.



Figura XXX.

Restauración de Bosque Nativo en Predio la Carmiña afectado por mega Incendio 2017 (sector Santa Olga) (Superficie: 51,8 ha.)

Esta superficie está en proceso de restauración a raíz del mega incendio del 2017 y se seleccionó debido a su visibilidad desde la carretera (valor escénico), representar hábitat potencial para el bosque maulino a escala de paisaje. Este predio no posee sustitución,

pero fue considerado dentro de las compensaciones por la relevancia en el mapa global de prioridades además de ser levantado por la comunidad a través de las reuniones de la red de comunitaria de prevención de incendios.

Este predio en el 2018 fue enriquecido con 1.700 especies nativa de Quillay, maitén y peumo en 2 ha que se llevó a cabo en conjunto con la Comunidad y La Fundación Reforestemos que participa activamente en ese sector.

La metodología empleada fue a través del Modelo de “reforestación aleatoria”. Esta consistió en marcar 4 vértices de cuadrado de 100 m², además del punto central, los Plantadores y/o voluntarios identifican punto central para luego establecer una planta en dicha ubicación. Luego, en guía con los vértices, se establecen 17 plantas (equitativo) por cada uno de los 4 triángulos que se conforman a partir de la primera figura, sin orden definido, luego se coloca el protector biodegradable para protección contra lagomorfos. Además, se ha realizado control de regeneración de invasoras, cercado del lugar y ordenamiento de desechos en curva de nivel.

En los próximos años se buscarán nuevos lugares dentro del predio, que tengan bajo crecimiento de vegetación, con la finalidad de enriquecer con plantas nativas. Para determinar estos lugares se utilizará monitoreo satelital de vegetación nativa y monitoreo de personal en terreno, además de estar en activa comunicación con los vecinos del sector para determinar las amenazas existentes.



Foto N° xxxx Regeneración Natural del predio la Carmiña después de 1 año del mega incendio.



Foto N° xxxx puesta de protectores contra lagomorfos a las plantas nativas



Foto N° Plantación participativa con vecinos.



Foto N° xxxx Plantación de nativos con autoridades, JJVV, Reforestemos Chile y Arauco

Restauración de Bosque Nativo en predio La Rochela en Zona Valdivia (8 ha.)

Desde el año 2012 se ha venido restaurando bosque nativo luego de la cosecha de una plantación de *Eucaliptus globulus* en una superficie de 8 ha. El sitio está ubicado en Lanco, región de Los Ríos. El predio tiene una abundante regeneración de distintas especies nativas como lingües, radial, coigüe, roble y laurel donde además se realizaron algunas plantaciones como ensayos.

Por ser unos de los primeros predios cosechados de eucalipto en esa zona y con sustitución, se determinó la contratación de un Estudio de reconversión de plantación de Eucalipto de noviembre de 2014 de los autores: Cecilia Smith Ramírez (Universidad Austral de Chile e Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Rodrigo Vargas Gaete (Universidad de La Frontera) & Christian Barrón Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB).



Foto N° xxxx señalética y estado de la vegetación natural .



Foto N° xxxx visita al ensayo por parte de universidades



Foto N° Plantación participativa con vecinos.



Foto N° xxxx regeneración de Eucalipto parte del ensayo de Restauración.

Restauración AAVC Cultural Treng Treng de Elicura (Predio Elicura Lote 6b, 18 Ha.)

El proceso de restauración en El Treng Treng de Elicura se enmarca dentro de las medidas acordadas entre la comunidad mapuche Antonio Leviqueo y Forestal Arauco, dada la importancia de este sitio de significancia cultural para las comunidades mapuche del valle de Elicura, Lago Lanalhue. El proceso comienza el año 2012 con la disposición de las comunidades mapuche del Valle de Elicura de acordar medidas de manejo y asegurar el acceso de parte de estas al Treng Treng. Si bien este sitio de significancia representa un alto valor para todas las comunidades de la zona, es la comunidad Antonio Leviqueo la comunidad que posee una relación histórica y de vecindad directa con el Treng Treng, por lo que las medidas de manejo y de restauración fueron acordadas con esta comunidad en particular. Después de varias reuniones se acuerda iniciar un proceso de restauración de una superficie de 18 ha. del Treng Treng de Elicura, en forma conjunta y considerando los aspectos culturales que poseen las comunidades mapuches de la zona y la experiencia técnica de la empresa en este tipo de procesos.

A través de herramientas participativas, la comunidad Antonio Leviqueo define que en el marco de la relación continua y de largo plazo con Forestal Arauco, es necesario rescatar elementos físicos del Treng Treng, pero que se relacionan directamente con su historia, creencias, conocimientos e identidad. Estos elementos son: Recuperación del paisaje cultural, Recuperación del lawen (Plantas medicinales), Recuperación de la vegetación

nativa, Recuperación de frutos silvestres nativos, Recuperación del newen y recuperación del conocimiento tradicional mapuche local

Como resultado del proceso, se define en conjunto dos zonas de alto interés para la comunidad.

1.- La primera zona denominada por la comunidad como Treng Treng chico, se encuentra asociada al primer sitio ceremonial y posee una superficie total de 9.0 ha. Esta zona se encontraba cubierta por rebrote de *Eucaliptus globulus* casi en su totalidad, debido a la cosecha que se realizó durante el año 2012.

2.- La segunda zona es denominada Paliwe o Treng Treng grande, que, de acuerdo a la información ancestral entregada por la comunidad, es donde se realizaban las ceremonias más importantes. Posee una superficie de 7.8 ha. En la actualidad en la zona se ubica una cancha de acopio y un retazo de pino insigne de 22 años.

Durante la primavera e invierno del 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018 se han realizado plantaciones de nativo en conjunto con la comunidad, utilizando plantas compradas por Arauco a la Cooperativa de Mujeres de Nahuelbuta como también plantas de repique proporcionados por la comunidad, la selección de plantas fue en base al conocimiento de los más antiguos de la comunidad y distribuidas en forma aleatoria según el conocimiento mapuche,

Los estudios de prendimientos en los primeros años han sido de un 50% de sobrevivencia y en los siguientes años, aprendiendo en conjunto de los errores cometidos y corrigiendo las desviaciones encontradas se ha llegado al 90% de prendimiento, encontrándose hoy en un buen estado de restauración, lo que ha permitido continuar en conversaciones con la comunidad, para seguir ampliando la superficie.



Foto N° xxxx Primera visita en conjunto con la comunidad post cosecha de Eucalipto 2013.



Foto N° XXX Definición de superficie y especies a plantar en una de las varias reuniones con la comunidad mapuche.

Foto N° xxxx Plantación de nativo 2015 con instalación de protectores a las plantas



Foto N° xxxx estado actual de la restauración

Restauración con plantación de raulíes en predio Roblería 2 de Valdivia (20 ha)

Cerca de 1.500 raulíes se plantaron en la zona de Valdivia este 2018, específicamente, en el predio Roblería 2, lugar que cuenta con 94 hectáreas a restaurar y donde 20 ha se ocuparon para plantar en bloques manteniendo una matriz a ser restaurada con una mayor diversidad de especies, promoviendo regeneración natural. De esta forma se espera contar con sitios con mayor productividad maderera sin sacrificar la diversidad biológica local, además de lograr una rápida cobertura arbórea del sitio, que luego podrá albergar a otras especies nativas. La iniciativa corresponde a un ensayo de investigación realizado entre Arauco y la Universidad Austral, con el objetivo de encontrar alternativas de producción maderera para algunos sitios de restauración que permitan generar polos de desarrollo con las comunidades locales en base a madera nativa. Los bloques establecidos son ensayos genéticos para identificar material que cumpla con los mejores crecimientos y calidad de madera, permitiendo revertir el proceso de degradación de la especie producto del intenso maderero que sufrió en el siglo pasado.

La metodología de la plantación, fue determinar las condiciones suelo del predio, en este caso particular, la elección va principalmente por la profundidad y permeabilidad. En base a eso se dividió en bloques. Se instalaron 10 bloques y para el próximo año se espera duplicar la superficie plantada. Así se contará con sectores que por unos 25 años serán

evaluados, identificando cómo el raulí se comporta como especie pionera y nodriza para otras, así como qué individuos son más aptos para esa localidad.



Foto N° xxxx planta de raulí con protección contra lagomorfos.



Foto N° xxxx Plantación de nativos por bloques



Foto N° XXX Clones de Raulíes en vivero de la empresa.



Foto N° xxxx vista del lugar después de la cosecha



Foto N° XXX Ensayo de Raulí de 10 años.

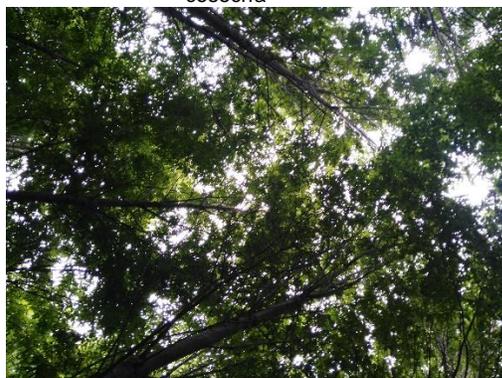


Foto N° XXX vista del dosel de Raulí de 10 años.

Restauración en Parque Coyanmahuida predio Collico Norte (34 ha)

El predio Collico Norte o también denominado por la comunidad como El Parque Coyanmahuida posee una superficie de 201 ha. El Parque Coyanmahuida (en mapudungún Bosque de Robles) se ubica a 38 kilómetros al este de la ciudad de Concepción y a 5 kilómetros al oeste de la localidad de Florida, siendo la mayor superficie continua de bosque nativo a orilla de carretera, por eso, se le conoce localmente como el último relicto de bosque nativo de la zona. Ahí confluyen árboles, arbustos, el helecho, musgos, líquenes, lianas, quila, coligüe, hongos, aves, algunos mamíferos en un entorno bastante único. De acuerdo a los registros existentes y estudios exploratorios, Coyanmahuida alberga a 21 especies de aves, 17 de animales y al menos 34 plantas vasculares.

El parque Coyanmahuida se vio fuertemente afectado por los mega incendios del 2017, donde parte de su superficie de Bosque nativo y protecciones se quemaron intensamente (86 ha). El predio, además, al contar con plantaciones quemadas, resultó ser una oportunidad para realizar la restauración de parte de estas (34,6 ha), cabe mencionar que este predio no tiene superficie por sustitución.

De acuerdo al análisis vegetacional, a través del monitoreo satelital y monitoreo en terreno, se determinó un sector desprovisto de vegetación nativa, donde se empezaría con restauración activa (4 ha), además el cual tenía la característica de ser visible desde el camino público Concepción-Florida, ya que serviría de educación ambiental a todos los que pasaran por el sector.

La plantación de nativo se realizó con autoridades regionales, alcaldes, JJVV del sector y alumnos de colegios aledaños, acompañados de personal de Arauco, la especies fueron maqui, roble, arrayan y peumo, todas proveniente de semillas colectadas en años anteriores en el parque y producidas en viveros de la empresa, la densidad fue de 770 plantas /ha , NO sistemática y con el protector para evitar daño de lagomorfos.

Es importante señalar que se espera que el 90% del BN afectado logre recuperarse de forma natural, lo cual requiere que se tomen todas las medidas asociadas al control de amenazas asistiendo a la vegetación durante el proceso mediante monitoreo constante.



Foto N° xxxx Suelo afectado por incendio 2017



Foto N° xxxx Regeneración natural de especies nativas



Foto N° XXX Plantación de nativo en sector visible a orilla de camino público Concepción-Florida.



Foto N° xxxx Plantación de nativo con colegios y vecinos

Ensayo de Restauración de bosques nativos templados en plantaciones de *P. radiata* en la zona centro-sur de Chile. Convenio Universidad de FREIBURG-INFOR-ARAUCO (16,6 ha.)

El estudio tiene como objetivo desarrollar un enfoque general para la conversión de plantaciones exóticas del centro-sur de Chile hacia bosques semi-naturales del tipo forestal roble-raulí-coigüe. A la vez se requiere estudiar el efecto de acciones silviculturales y factores ambientales tanto en el corto como mediano-largo plazo con un enfoque multi escala.

Para los ensayos silviculturales consiste en un bloque de 1,63 ha, con tres tratamientos: el primero tiene pino sin manejo, el segundo tiene raleo en hilera y el tercero tiene cosecha a tala rasa, el cual fue replicado 8 veces. Estos bloques luego fueron plantados con la metodología de núcleo con 17 especies intolerantes (Roble y coigüe), Semi tolerantes

(Raulí y Laurel) y Tolerantes (Olivillo y peumo), todas estas especies provenientes de viveros de la empresa, a través de colectas del mismo sector como también de viveros locales, para resguardar la procedencia de las especies.

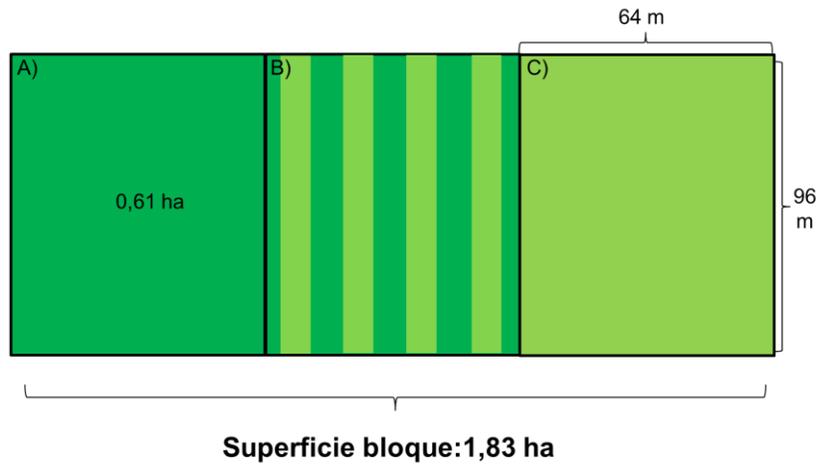


Fig. N° Bloque para el Ensayo Silvicultural con los tres tratamientos

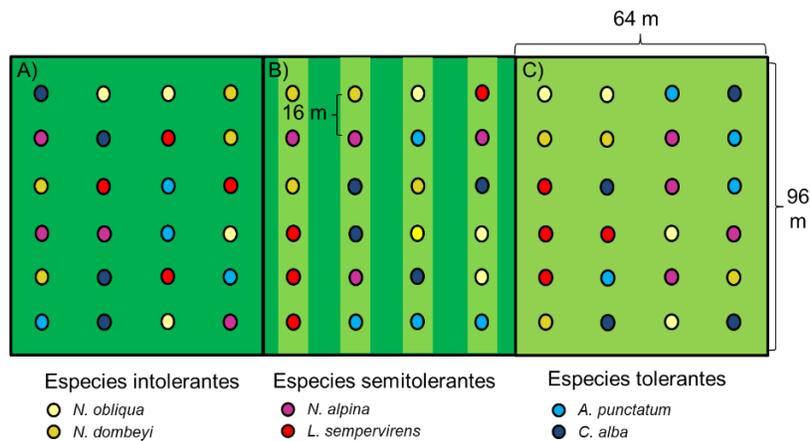


Fig. N° Bloque para el Ensayo Silvicultural con los tres tratamientos

Para evaluar el efecto de variables de sitio sobre la regeneración natural de especies nativas en plantaciones de *P. radiata*, en el mediano plazo post-plantación. Se realizarán al menos 30 muestreos de 10 parcelas cada uno, desde la región del Maule hasta la región de Los Ríos, donde se evaluará la regeneración natural de especies nativas en respuesta a variables ambientales.

Las parcelas se distribuirán en transectos a lo largo de la transición bosque nativo (Ro-ra-co)-plantación con sustitución, para estudiar la influencia de la estructura del bosque nativo aledaño sobre la regeneración en plantaciones.



Foto N° xxxx Tratamiento con Tala Rasa



Foto N° xxxx Tratamiento con raleo



Foto N° XXX Plantación de nativo en forma núcleo en sectores de Raleo



Foto N° xxxx 5 Bloques instalados en los predios Cifuentes y Los Corrales 2 en Curanilahue y 3 bloque en predio San Antonio 1 de Angol,

Para este ensayo se esperan algunos resultados como: Generar bases científicas sobre el establecimiento temprano y a mediano plazo de la regeneración de especies nativas en plantaciones forestales en tipo forestal Ro-Ra-Co, Recomendaciones de manejo al sector forestal para la restauración de superficies con sustitución de bosque nativo, Red de ensayos experimentales en superficies con tipo forestal Ro-Ra-Co sustituido por plantaciones, con posibilidades de monitoreo a mediano y largo plazo

Proceso de vínculo y comunicación de la estrategia (con Quién restaurar)

El ambicioso plan de restauración de Arauco es una oportunidad para mejorar el estado de los ecosistemas, incluyendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que se obtienen de los territorios en los que la empresa desarrolla sus actividades. Es una oportunidad para un aprendizaje colectivo de cómo ir generando territorios sustentables. Para que este plan maximice su impacto positivo, es central el vínculo con las partes interesadas desde un inicio del proceso, en particular, con las comunidades locales; si la restauración no le hace sentido a la comunidad más cercana, tiene bajas posibilidades de éxito. Es por ello que ha tomado fuerza el concepto de restauración «social» o «socio-ambiental», por sobre la exclusivamente «ecológica». Esto ha dado espacio para el concepto de «compensación» permitiendo mayores beneficios ambientales, sociales y económicos para todas las partes. Estos conceptos, que no están agotados, abren importante espacio y proyección para considerar la producción de bienes y servicios, tales como los PFNM (productos forestales no madereros), madera nativa y también servicios ecosistémicos como el agua, paisaje y turismo, recreación, entre otros. También para considerar la incorporación de terrenos de terceros interesados, en que haya una prioridad nacional o regional de restauración.

Entre las actividades de comunicación del plan de restauración destacan la presentación llevada a cabo en el Seminario Restauración de Bosques: Lecciones y desafíos en un mundo cambiante (07 y 08 de junio de 2012). En una primera fase se desarrollaron Talleres Regionales con partes interesadas en las ciudades de Chillán, Talca, Arauco y Valdivia, además de reuniones con organizaciones sociales con la participación de integrantes de FSC-Chile, Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo, Ética en los Bosques y WWF. Durante la primera fase se realizaron reuniones con organismos e instituciones del Estado, tales como el Servicio de Biodiversidad, CONAF e INFOR. En una segunda etapa se ha participado activamente con posters y presentaciones en los seminarios “Restauración ecológica en Chile: oportunidades y desafíos desde la política y la práctica” (10 a 12 de noviembre de 2016), “Restauración Ecológica en Chile, restaurar en tiempos de cambio” (11 a 13 de octubre de 2017) y “Caminando hacia un Plan Nacional de

Restauración” (21 a 23 de noviembre de 2018) además de las periódicas Casas Abiertas que realiza Arauco. Adicionalmente, ha habido un trabajo de divulgación que incluye presentaciones desarrolladas al interior del Foro Híbrido de Bosque Nativo, el Consejo de Restauración, el actual Consejo de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, y reuniones y presentaciones al interior de Arauco, en el marco del proceso de comunicación interna “Un cambio en medio ambiente” entre otras.

El trabajo con el sector académico se reconoce como una etapa crítica, labor que estará orientada a lograr acuerdos de trabajo formales con centros de investigación con experiencia en proyectos de restauración del bosque nativo en sus distintas etapas, desde la decisión de dónde restaurar en base a un análisis global del territorio, hasta la forma de interactuar con las comunidades locales y cómo llegar a una restauración exitosa de cada sitio.

Todas las observaciones que emerjan durante este proceso de interacción son analizadas e incorporadas como parte de la mejora continua a este ambicioso plan de restauración integrado. Aspectos como la posibilidad de realizar restauración a través de compensaciones y la selección de sitios apropiados para compensar han representado líneas de análisis que surgieron como parte del vínculo con partes interesadas y constituyen hoy los soportes de la estrategia.

La incorporación de otras compañías con interés en la restauración, además de partes interesadas y el Estado en una instancia de diálogo que permita fijar objetivos de largo plazo, se identifica como una necesidad emergente que adquiere cada vez más importancia si se considera las diferentes perturbaciones a las que están sometidos los ecosistemas naturales. Ahí, la restauración del paisaje forestal se potencia, contribuyendo con la recuperación de hábitats de vida silvestre, provisión de servicios ecosistémicos y territorios más resilientes.

APRENDIZAJES Y DESAFÍOS

Son varios los aprendizajes en estos 6 años desde que se inició la restauración en el marco de un plan sistemático. La regeneración de la vegetación natural ha resultado ser la base de la restauración en la gran mayoría de los sitios, respaldando el enfoque original de ir asistiendo los procesos naturales. Esto se complementa con la necesidad de monitorear

los sitios en restauración, para tomar decisiones a tiempo cuando la vegetación toma una deriva distinta, principalmente debido a la presencia de especies exóticas invasoras.

Otro aprendizaje ha sido el involucrar a las comunidades locales incluso antes del inicio de la restauración. Así se cuenta con equipos locales organizados que van monitoreando y asistiendo el éxito de cada una de las restauraciones.

En relación a las compensaciones, se ha avanzado en contar con un sistema de priorización que conecte directamente con objetivos explícitos para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del territorio, desde su globalidad hasta cada una de las localidades. Esto ha sido necesario ante la ausencia de un sistema que aporte esa respuesta a nivel nacional, queda ahora el desafío de lograr un sistema aceptado por todos y que oriente las acciones de restauración en el territorio nacional.

En relación al sistema de gestión de monitoreo, cosa que es cada vez más urgente en la medida que aumenta la superficie en restauración, es imprescindible contar con indicadores de monitoreo que van más allá de la superficie anual integrada al plan y que permitan reportar el aporte incremental en servicios ecosistémicos y hábitat para especies, o que señalen la brecha que existe entre cada sitio respecto a vegetación de referencia. El desafío para estos indicadores es que estén en línea y cuenten con informes públicos de avance, idealmente en el mismo formato para todas las iniciativas en curso en Chile.

Algunos de los principales desafíos son fortalecer el vínculo con las comunidades locales y las iniciativas de restauración en curso, solo así se logrará un impacto a nivel nacional y global de los esfuerzos a través de su coordinación. En la misma línea, es necesario una interacción más permanente con la academia, permitiendo que la restauración sea también una que conecte los desafíos de las localidades con el conocimiento científico. En este tiempo dedicado a la restauración, es evidente la voluntad de múltiples actores para avanzar hacia restaurar la base ecológica que sustenta los territorios, sin embargo, muchas veces falta un actor que coordine y permita progresos continuos y de largo plazo, es así como el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas podría fortalecer el rol del estado en un desafío que trasciende generaciones. La restauración requiere de comunicar, de reestablecer el vínculo del público en general con los desafíos colectivos de largo plazo, ahí hay una necesidad de contar con relatos atractivos y en formatos modernos que pueden cubrir distintos componentes de la sociedad.

Desde el punto de vista técnico, el progreso en la captura información por sensores remotos (Ej. imágenes satelitales, LIDAR) y la capacidad de proceso permiten mejorar la forma en que se monitorean los sitios y se cuenta con información actualizada de su estado. Uno de los grandes desafíos es consolidar un sistema de restauración para Chile, desde la forma en que define y actualiza sitios prioritarios, hasta cuánta superficie se va restaurando y en qué estado se encuentra en relación a los objetivos propuestos.

BIBLIOGRAFÍA

ARMESTO J, S BAUTISTA, ED VAL, B FERGUSON, X GARCÍA, A GAXIOLA, H GODINEZ-ÁLVAREZ, G GANN, F LÓPEZ-BARRERA, R MANSON, M NÚÑEZ-ÁVILA, C ORTIZ-ARRONA, P TOGNETTI & G WILLIAMS-LINERA (2007) Towards an ecological restoration network: reversing land degradation in Latin America. *The ecological society of America. Frontiers in Ecology and the Environment* 5(4): W1-W4.

BIRCH J, AC NEWTON, CA AQUINO, E CANTARELLO, C ECHEVERRÍA, T KITZBERGER, I SCHIAPPACESSE & NT GARAVITO (2010) Cost-effectiveness of dryland forest restoration evaluated by spatial analysis of ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107: 21925–21930

BULLOCK M, J ARONSON, AC NEWTON, RF PYWELL & JM REY-BENAYAS (2011) Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 541-549.

CLEWELL A & F ARONSON (2007) *Ecological Restoration: Principles values and structure of an emerging profession*. Island Press, Washington D.C. 216 pp.

CLEWELL A & JP RIEGER (1997) What practitioners need from restoration ecologists. *Restoration Ecology* 5: 350-354.

DELLASALA DA, A MARTIN, R SPIVAK, T SCHULKE T, B BIRD, M CRILEY, C VAN DAALAN, J KREILICK, R BROWN & G APLET (2003) A citizen's call for ecological forest restoration: forest restoration principles and criteria. *Ecological Restoration* 21:1 14-23.

DINERSTEIN E, DM OLSON, ED WIKRAMANAYAKE, ND BURGESS, GVN POWELL, EC UNDERWOOD, JA D'AMICO, I ITOUA, HE STRAND, JC MORRISON, CJ LOUCKS, TF ALLNUTT, TH RICKETTS, Y KURA, JF LAMOREUX, WW WETTENGEL, P HEDAO, & KR KASSEM (2001) *Terrestrial Ecoregions of the World: A new map of life on earth*. *Bioscience* 51:933-938.

EGAN D, EE HJERPE & J ABRAMS (eds) (2011) Human dimensions of ecological restoration: integrating science, nature and culture Foundation Series Book, Island Press, Washington D.C. 410 pp.

FSC-CHILE (2012) Pautas para la restauración de bosques y otros ecosistemas en plantaciones forestales en Chile. Conceptos, criterios y procedimientos para cumplir con estándares chilenos FSC. FSC-Chile 68 pp + Anexos.

GABOURY M & R WONG (1999) A framework for conducting effectiveness evaluations of watershed restoration projects. Watershed Restoration Technical Circular No. 12. FRBC Watershed Restoration Program, B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks and Ministry of Forests, Victoria. 40pp.

GENELETTI D, F ORSI, E IANNI, AC NEWTON (2011) Identificación de áreas prioritarias para la restauración de bosques secos. En: Newton AC & N Tejedor (eds) Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina: 289-326. Gland, Suiza: UICN y Madrid.

KAUFFMAN JB, RL BESCHTA, N OTTING & D LYTJEN (1997) An ecological perspective of riparian and stream restoration in the western United States. Fisheries 22(5):12-24.

LAMB D & D GILMOUR (2003) Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland. 110 pp.

LONG J, A TECLE & B BURNETTE (2003) Cultural Foundations for Ecological Restoration on the White Mountain Apache Reservation. Ecology and Society 8 (1): 4 [online]
[URL: http://www.consecol.org/vol8/iss1/art4](http://www.consecol.org/vol8/iss1/art4)

MANSOURIAN S, D VALLAURI & N DUDLEY (eds) (2005) Forest restoration in landscapes: beyond planting trees. Springer New York. NY, USA. 437 pp.

MARGULES CR, RL PRESSEY (2000) Systematic conservation planning. Nature 405(6783): 243.

MYERS N, RA MITTERMEIER, CG MITTERMEIER, GAB DA FONSECA & J KENT (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

NEWTON AC & N TEJEDOR (eds) (2011). Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Gland, Suiza: UICN y Madrid, España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. 409 pp.

NEWTON (2011) Síntesis: principios y práctica de la restauración del paisaje forestal. En: Newton AC & N Tejedor (eds) Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina: 377-409. Gland, Suiza: UICN y Madrid.

ORSI F, D GENELETTI & AC NEWTON (2011) Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert-based approach. *Ecological Indicators* 11: 337-347

RIETBERGEN-MCCRAKEN J, S MAGINNIS & A SARRE (eds) (2007) The forest landscape restoration handbook. ITTO (International Tropical Timber Organization). Cromwell Press, Trowbridge, United Kingdom.

SER (2004) The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. 15 pp.