

DOCUMENTO

## Hacia un proyecto forestal ecológicamente sustentable: resumen ejecutivo

Toward an ecologically sustainable forestry project: executive summary

MARY T. KALIN-ARROYO<sup>1</sup>, JUAN J. ARMESTO<sup>1</sup>,  
CLAUDIO DONOSO<sup>2</sup>, ROBERTO MURUA<sup>3</sup>, EDMUNDO PISANO<sup>4</sup>,  
ROBERTO SCHLATTER<sup>5</sup> e ITALO SEREY<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.

<sup>2</sup>Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

<sup>3</sup>Instituto de Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

<sup>4</sup>Departamento de Botánica, Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Casilla 113-D, Punta Arenas, Chile.

<sup>5</sup>Instituto de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

<sup>6</sup>Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.

### PREFACIO

Tal como se ha establecido en la "Iniciativa para una Biósfera Sustentable" (Lubchenco et al. 1991) y otros documentos afines (e.g., Convención de Diversidad Biológica), la grave destrucción de los ecosistemas naturales en el presente siglo hace necesario priorizar la investigación enfocada a alcanzar la sustentabilidad de los sistemas ecológicos. Dicha investigación debe incluir: la definición y detección de agentes de estrés en sistemas ecológicos naturales y manejados, la restauración de sistemas dañados, el manejo de sistemas ecológicos, el papel que desempeñan plagas, patógenos y enfermedades y la interfase entre procesos ecológicos y sistemas sociales humanos (Lubchenco et al. 1991).

El presente documento, con fecha 12 de septiembre de 1995, resume los fundamentos, los resultados de estudios de línea de base y las principales recomendaciones de la Comisión Científica Independiente del Proyecto Río Cándor (Kalin-Arroyo et al. 1995), conformada por los autores de este documento. Dichas conclusiones y recomendaciones están basadas en los resultados de 17 proyectos de investigación llevados a cabo por investigadores chilenos y extranje-

ros en la propiedad Río Cándor, diciembre 1994-marzo 1995.

El proyecto forestal denominado "Río Cándor", liderado por Bayside Ltda., un consorcio de la Corporación Trillium, U.S.A. y el Grupo Beacon, New York, U.S.A., y ejecutado en Tierra del Fuego por Forestal Trillium Ltda., propone realizar un manejo sustentable de bosques nativos de lenga (*Nothofagus pumilio*) y coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) de acuerdo a los siguientes principios: (1) el manejo será responsable de tal manera de asegurar la producción indefinida de recursos forestales y protección de los ecosistemas, utilizando el conocimiento científico actualizado; (2) en ausencia de datos científicos, se apoyarán los estudios necesarios para obtener esta información, posponiendo cualquier acción hasta que los estudios hayan sido completados; (3) se establecerán áreas permanentes de reservas biológicas en la propiedad, que incluirían todos los ecosistemas representativos. Estas reservas cumplirán la función de proteger y preservar la biodiversidad y servirán además para la realización de estudios científicos.

De acuerdo con estos propósitos, representantes de la Corporación Trillium, U.S.A. solicitaron en diciembre de 1993, al entonces

Presidente de la Academia de Ciencias de Chile, Dr. Jorge Allende, facilitar un contacto formal con la comunidad científica nacional para planificar los estudios científicos necesarios, a corto y largo plazo, que permitieran concretar los propósitos reseñados más arriba.

La Comisión Científica Independiente del Proyecto Río Cándor, establecida con fecha 2 de febrero de 1994, estima importante dar a conocer este documento que sintetiza los primeros resultados de nuestra labor. Una versión "in extenso" de los resultados y recomendaciones puede encontrarse en Kalin-Arroyo et al. (1995). El documento presentado aquí constituye un buen ejemplo del valor de la investigación científica para planificar un proyecto de desarrollo forestal sustentable. Por otra parte, pensamos que el documento ilustra un modelo de interacción constructiva entre los científicos y la empresa privada, que puede servir de referencia para futuras iniciativas de desarrollo en Chile.

#### I. OBJETIVOS Y COMPROMISOS

Este documento, con fecha de 12 de septiembre de 1995, resume las principales conclusiones de las investigaciones de línea de base y las recomendaciones contenidas en el informe elaborado por la Comisión Científica Independiente (CCI) del Proyecto Río Cándor, Chile (Kalin-Arroyo et al. 1995). Dichas conclusiones y recomendaciones están basadas en los resultados de 17 proyectos de investigación llevados a cabo por investigadores chilenos y extranjeros en la propiedad Río Cándor, diciembre 1994-marzo 1995.

La CCI hace estas recomendaciones en el entendido que Trillium-Bayside se ha comprometido a desarrollar un proyecto forestal en Tierra del Fuego, basado en: producción sustentable de madera de calidad y productos forestales con valor agregado (las astillas no serán un producto primario); protección de la biodiversidad local y regional y de los procesos ecosistémicos, excluyendo el uso de especies forestales comerciales exóticas; el reconocimiento de otros valores potenciales de los bosques, tales como valores escénicos, históricos y arqueológicos; y la creación de

empleos y otros beneficios sociales para los habitantes de la región.

El informe de la CCI sostiene implícitamente que la sustentabilidad ecológica es un objetivo a largo plazo que debe ser alcanzado por medio de un manejo adaptativo. El manejo adaptativo implica que los resultados de la investigación ecológica y el monitoreo permanente del ecosistema manejado se incorporan periódicamente a las decisiones de manejo. El manejo adaptativo es un proceso continuo que requiere el compromiso explícito de parte de quienes utilizan los recursos naturales para apoyar y mantener, en el largo plazo, la investigación ecológica y el monitoreo.

El informe de la CCI propone las normas basadas en el mejor conocimiento científico presente para la protección de los ecosistemas de Tierra del Fuego, la planificación forestal, la extracción maderera, el monitoreo y la investigación, que son consistentes con el objetivo de lograr un manejo sustentable de los ecosistemas. Estas normas además satisfacen las exigencias de las convenciones internacionales suscritas por el Gobierno de Chile para compatibilizar la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad.

#### II. CONCEPTOS Y FILOSOFIA

##### *Una perspectiva ecosistémica para el manejo*

Tradicionalmente, la ecología se ha centrado en el estudio de las interacciones entre los organismos en escalas espaciales relativamente pequeñas. El énfasis en este contexto espacial y temporal ha limitado seriamente nuestra capacidad de proponer pautas apropiadas para el manejo de los recursos naturales. El concepto de ecosistema, desarrollado durante la segunda mitad de este siglo, amplió la ciencia de la ecología debido a que (1) se dedicaron esfuerzos similares a la comprensión de los componentes bióticos y abióticos del medio ambiente, y (2) se reconoció explícitamente la necesidad de estudiar los sistemas ecológicos en múltiples escalas espaciales y temporales. Incorporando el concepto de ecosistema, la ecología se define

actualmente como el estudio científico de los procesos que influyen en la distribución y abundancia de los organismos, sus interacciones bióticas y sus interacciones con los procesos de transformación, almacenamiento y flujo de materia y energía. Durante gran parte de este siglo, los ecosistemas fueron concebidos como entidades en equilibrio. El estudio de la dinámica de los ecosistemas y de la historia de la biota terrestre ha mostrado que los ecosistemas y los paisajes cambian constantemente en el tiempo, debido a procesos evolutivos en el largo plazo, y a perturbaciones y sucesión en el corto plazo. Este cambio en nuestra percepción de los ecosistemas naturales abre nuevas posibilidades para su manejo.

La perspectiva ecosistémica aporta un principio organizador que permite enfrentar los desafíos técnicos y sociales asociados con el manejo de los recursos naturales. El enfoque ecosistémico integra los conceptos y aproximaciones de varias disciplinas. Establece que las decisiones de manejo deben estar basadas en hipótesis científicas e incorpora la investigación y el monitoreo como una retroalimentación esencial para el proceso de manejo. La perspectiva ecosistémica se preocupa también de las conexiones entre las áreas manejadas y el ambiente global, a través de los flujos de energía y materia (e.g., carbono, agua), así como de la función de la biodiversidad como piedra angular de la productividad de los ecosistemas.

#### *Significado de la sustentabilidad ecológica*

Los conceptos tempranos de sustentabilidad no estaban asociados con una perspectiva ecosistémica. Más bien, la búsqueda de sustentabilidad se orientaba a la obtención de una cantidad constante de recursos de un sistema en varios períodos de rotación, es decir, a la producción sostenida. El nuevo concepto de sustentabilidad ecológica reconoce la gama completa de valores y servicios que proporcionan los ecosistemas, además de los productos comerciales. Tales valores (e.g., culturales, escénicos, estéticos y educativos) también dependen de la mantención de la integridad de los ecosistemas regionales. La sustentabilidad, bajo esta visión, puede ser

definida como una estrategia de manejo dirigida a mantener el potencial de los ecosistemas terrestres y acuáticos, dentro de una unidad de paisaje, para proveer perpetuamente la misma cantidad y calidad de bienes, servicios y valores para la sociedad humana. Así, la base de la sustentabilidad descansa en la mantención de los fundamentos físicos y biológicos de la productividad. Este objetivo puede ser alcanzado a través de una variedad de condiciones ecosistémicas y configuraciones paisajísticas, dependiendo de los productos o servicios de interés primario, en tanto se conserven la biodiversidad y los procesos ecosistémicos claves.

#### *Principios básicos de la sustentabilidad ecológica*

Para alcanzar la sustentabilidad de los ecosistemas debemos manejar los elementos del paisaje de acuerdo a dos principios básicos:

1. Prevenir la degradación de la capacidad productiva de los ecosistemas acuáticos y terrestres.
2. Prevenir las pérdidas de diversidad genética regional.

Para ser consistentes con estos principios, los responsables del manejo necesitan valorar los ecosistemas naturales y sus componentes más allá de su valor económico directo.

Para esto el hombre debe considerarse a sí mismo como parte integral de los ecosistemas, en vez de actuar como un agente externo que manipula la naturaleza para su beneficio económico, si reparar en otros valores menos evidentes, tales como la integridad general de la biosfera y el futuro del ser humano.

La sustentabilidad ecológica como objetivo implica la necesidad de un balance entre el uso de los recursos y su conservación, aceptados como necesidades complementarias de la sociedad moderna.

Debido a que el logro del objetivo de sustentabilidad es incierto, el manejo de los ecosistemas debe ser siempre cuidadoso y sujeto a evaluación periódica. Por lo tanto, desde el momento de la planificación, debe haber un

compromiso claro de los responsables del uso de los recursos con la investigación y el monitoreo a largo plazo. Al mismo tiempo, antes de la intervención, deben destinarse áreas seleccionadas del paisaje a reservas naturales, con el fin de mitigar pérdidas de biodiversidad, proteger el funcionamiento de los ecosistemas y servir como control de los experimentos realizados en las áreas manejadas.

### III. ANTECEDENTES SOBRE LOS BOSQUES NATIVOS DE CHILE

#### *Valor global*

Los bosques templados de Sudamérica albergan una biota única y diversa que ha evolucionado aislada de otras áreas forestales del continente desde el Terciario tardío (2-5 millones de años AP). Los bosques están confinados principalmente al margen occidental de Sudamérica, es decir, al sur de Chile y la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes en Argentina. El endemismo es alto entre las plantas de los bosques templados australes, con un gran número de familias y géneros representados por una sola especie. Entre los vertebrados, los anfibios presentan el mayor grado de endemismo (80% de las especies), seguidos por los reptiles (36%), mamíferos (33%) y aves (30%). El clima estacionalmente homogéneo de la costa occidental de Sudamérica ha favorecido la conservación de especies arbóreas endémicas, que constituyen elementos claves para entender las conexiones biogeográficas ancestrales entre Sudamérica, Tasmania y Nueva Zelanda. En la diversidad de especies arbóreas del bosque chileno está representado un amplio rango de estrategias de regeneración. En un extremo se encuentran los colonizadores de perturbaciones a gran escala, tales como las especies sombra-intolerantes del género *Nothofagus*; y en el otro extremo las especies sombratolerantes de *Myrtaceae* con sus abundantes bancos de plántulas bajo el dosel. Una característica notable de los bosques templados de Sudamérica es que muchas de sus especies leñosas dependen de interacciones con animales para la polinización y dispersión de semillas.

#### *Potencial económico*

El potencial económico de los árboles nativos de Chile ha sido sólo marginalmente explorado. Entre las características favorables para su manejo productivo, que han sido documentadas, están: a) altas tasas de crecimiento de muchas especies arbóreas, especialmente en el centro-sur de Chile, b) alta diversidad de especies arbóreas, lo cual asegura una diversidad de productos, c) extensa distribución geográfica y presencia de mecanismos reproductivos, tales como autoincompatibilidad y dioecia, sugieren la existencia de considerable variabilidad genética, d) estrategias de regeneración de algunas especies arbóreas asociadas a perturbaciones a gran escala.

#### *Tendencias actuales*

La mayor parte de los bosques de Chile han sido quemados, selectivamente raleados, cortados a tala rasa, o sustituidos por extensas plantaciones de árboles comerciales exóticos, particularmente *Pinus radiata* y *Eucalyptus* sp. Las consecuencias obvias de estas tendencias han sido altas tasas de erosión y una dramática disminución de la biodiversidad regional, que ha determinado que numerosas especies arbóreas se encuentren en precario estado de conservación. Recientemente, la expansión de la industria de astillas ha incrementado las tasas de deforestación y deterioro de los bosques remanentes. Debido a esta situación, existe una creciente y justificada preocupación entre los científicos, así como en grupos conservacionistas nacionales e internacionales, por el futuro de los bosques nativos de Chile.

### IV. EL AMBIENTE DEL AREA DEL RIO CONDOR

Las recomendaciones propuestas derivan principalmente de estudios de línea de base apoyados por Trillium-Bayside, resumidos a continuación.

El paisaje de Río Cóndor es atravesado por escarpados cordones montañosos que pertenecen al complejo andino. Estas montañas y los paisajes aledaños muestran evidencias de una fuerte actividad glacial en la for-

ma de depósitos fluvio-glaciales, erosión y morrenas glaciales. En Tierra del Fuego existen varias capas de tefra que derivan de la actividad volcánica regional durante el Holoceno. Sistemas hidrológicos importantes son los tributarios superiores del Río Grande (que drena al Océano Atlántico) y la cuenca del Río Cóndor que drena en el Canal Whiteside. Varios cuerpos de agua dulce, incluyendo el más grande de los lagos de Tierra del Fuego (Lago Blanco), se encuentran en esta área.

Las temperaturas anuales medias (3-6° C) y precipitaciones anuales (450-1.100 mm) varían significativamente desde el interior hacia las localidades costeras.

### *Historia*

Los bosques costeros que bordean la Bahía Inútil y el Seno Almirantazgo y los de los valles Río Cóndor y Río Bueno, han estado sometidos a una importante perturbación humana, incluyendo talas, quemas y pastoreo con ganado vacuno y ovino. Sin embargo, extensas áreas en el sector Vicuña y los sectores más al interior de la propiedad de Río Cóndor permanecen casi prístinos. Un animal silvestre cuya dinámica poblacional está comenzando a ser estudiada en el hábitat forestal es el guanaco (*Lama guanicoe*), para el cual existe evidencia de aumento poblacional en la región. Un importante agente biótico de degradación del bosque, especialmente en hábitat ribereños, es el castor (*Castor canadensis*), introducido en Tierra del Fuego el año 1946.

### *Suelos*

Inmediatamente sobre los depósitos de tefra se encuentran horizontes orgánicos delgados con raíces que rara vez sobrepasan los 40 cm de profundidad. Por debajo de este horizonte, el suelo se hace rocoso e impermeable. El drenaje se clasifica, generalmente, como moderado a pobre. Los contenidos de nutrientes disminuyen abruptamente desde la capa orgánica hacia la capa mineral. Las altas concentraciones de aluminio en algunos suelos volcánicos pueden causar un serio lavado de elementos minerales. La fragilidad de los suelos aumenta progresivamente a medida

que la pendiente de las laderas se hace más pronunciada. Con frecuencia se observó erosión del suelo por el viento en zonas de altas pendientes.

### *Ecosistemas forestales*

La propiedad de Río Cóndor exhibe mucha variación respecto de la composición y estructura forestal. Estas variaciones están asociadas principalmente con diferencias en elevación y precipitación. Localmente, los bosques varían también de acuerdo al tipo de suelo e influencias hidrológicas. Los principales tipos forestales son: lenga, mixto lenga-coigüe de Magallanes, ñirre, y bosques costeros mixtos. Dispersas en la matriz forestal se encuentran extensas vegas y áreas alpinas. Dependiendo de la altitud, los bosques muestran una considerable variación en la calidad comercial y el estado de regeneración natural. La regeneración es especialmente variable. Los resultados muestran que la regeneración de la lenga es afectada por los guanacos; sin embargo, no es posible afirmar que el ramoneo del guanaco afecte negativamente los bosques naturales. Aunque una mayor apertura de los bosques a través del manejo podría favorecer la presencia de guanacos, el vigoroso crecimiento de la lenga probablemente aminore el efecto del guanaco. El castor introducido afecta seriamente la regeneración del bosque, los cursos de agua y la hidrología. El ganado puede constituir un componente de una serie compleja de factores que limitan la densidad de los bancos de plántulas en ciertas áreas especifican de la propiedad de Río Cóndor.

### *Biodiversidad*

Los estudios de línea de base muestran que, incluyendo las especies introducidas, existen en el área de Río Cóndor más de 400 plantas vasculares, 220 especies de líquenes, 68 especies de musgos, 62 especies de aves terrestres, 16 especies de mamíferos, 4 especies de peces y numerosas especies de insectos. El número de especies presentes en el hábitat forestal, propiamente tal, es más bajo, y el número de especies restringidas a este tipo de hábitat es aún menor. Por ejemplo, sólo 182 especies de plantas vasculares (163 nati-

vas) y menos de la mitad de las especies de aves se encuentran en hábitat forestales. Sin embargo, existen en la propiedad especies en peligro y vulnerables. Particularmente, en el caso de los micromamíferos, las densidades poblacionales pueden ser bajas.

La mayor riqueza de especies vegetales se concentra en el hábitat no boscoso, especialmente en el ambiente alpino. Los niveles de endemismo de plantas y animales son moderados. La mayor concentración de especies endémicas, hasta donde se pudo determinar, se encuentra en zonas alpinas, libres de bosques.

En general, las especies de plantas y animales en la propiedad del Río Cóndor muestran una amplia tolerancia de hábitat y efectivos mecanismos de dispersión, por lo que se distribuyen en varios tipos vegetacionales. Existen pocas especies de plantas que muestran vínculos con animales para su dispersión y polinización, a diferencia de otros bosques templados del sur de Chile. Los animales tienden a presentar una dieta generalista. Comparaciones cuantitativas de diversidad, riqueza y abundancia de especies entre bosques vírgenes y bosques manejados silviculturalmente, indican que algunos grupos de organismos no son afectados negativamente por la explotación, en cambio otros grupos muestran respuestas inciertas. Algunos hábitat importantes para la flora y la fauna son: la capa de hojarasca, el sotobosque, árboles muertos en pie o caídos, árboles de antiguo crecimiento. Un aspecto crítico a considerar en el manejo ecológico de los bosques de lenga es su alta susceptibilidad a la invasión por especies de plantas exóticas.

La combinación de una dispersión efectiva y amplia tolerancia de hábitat representa una condición favorable para el manejo de los bosques en la propiedad de Río Cóndor. Esto implica que la remoción temporal de cualquier organismo durante el período de cosecha forestal, podrá ser mitigada si se mantienen poblaciones naturales intactas en áreas manejadas y en reservas que puedan servir como fuentes de propágulos.

#### *Procesos ecosistémicos*

Los estudios de línea base mostraron diferencias en la distribución de nutrientes entre el

bosque de coigüe de Magallanes y el de lenga. En general, se acumula más materia orgánica, con un elevado contenido de nitrógeno, en el bosque de lenga. Esta especie presentó mayor contenido de nitrógeno y fósforo en sus hojas. El contenido de nutrientes en distintas partes de la planta fue altamente variable entre sitios de muestreo. La hojarasca de los bosques intervenidos contiene proporcionalmente más nutrientes que la del bosque virgen, mostrando que la tasa de descomposición puede ser más lenta en bosques intervenidos. Se encontró una elevada proporción de nutrientes en la madera sin corteza y en la corteza (ca. 50% del nitrógeno). En la lenga, la proporción de nitrógeno en la madera es relativamente alta.

Existen diferencias ecofisiológicas (e.g. tasa fotosintética, conductividad hidráulica) entre la lenga y el coigüe de Magallanes. En consecuencia, no puede suponerse que las técnicas de manejo actual para la lenga sean apropiadas para el coigüe de Magallanes. El CCI ya ha establecido la necesidad de demostrar experimentalmente la sustentabilidad del manejo del coigüe de Magallanes antes de que esta especie pueda ser utilizada comercialmente. Este estudio se encuentra en curso y se evaluará al cabo de dos años.

#### *Descubrimientos arqueológicos*

Se encontró un total de 77 sitios arqueológicos atribuidos a la ocupación indígena del área. Estos sitios incluyeron entierros, sitios con artefactos dispersos, cuevas, cobertizos, etc. Un número sorprendentemente alto de sitios se ubica en el bosque. Sin embargo, tales sitios se encontraron en localidades muy específicas, por ejemplo, en las cercanías de los ríos principales y en el borde de los lagos. Las áreas de mayor concentración se encontraron a lo largo de los lechos del Río Bueno y Río Cóndor, en las riberas del Lago Blanco y a lo largo de la franja costera desde Bahía Victoria al norte del Río Cóndor. Algunos de los sitios mejor conservados se encontraron en el área Sector Vicuña. Los restos arqueológicos sugieren que en el Lago Blanco existió una importante ocupación humana. En la isla Karukinka se encontró un cementerio alejado de la costa de Puerto Arturo. El sitio contenía seis personas, incluyendo hombres

y mujeres. Se encontraron indicios de influencia de las culturas Yámana/Kaweshkar y Selk-nam.

#### V. RESUMEN DE LAS PRINCIPALES RECOMENDACIONES

La implementación del siguiente conjunto de recomendaciones se considera un paso necesario para lograr la sustentabilidad ecológica, teniendo en cuenta que: (1) las prácticas y políticas forestales deben diseñarse para anticipar y acomodarse a las condiciones ambientales cambiantes, la dinámica de los ecosistemas y los cambios de los valores de la sociedad humana, y (2) estas prácticas reflejan el grado de conocimiento y comprensión de los sistemas naturales en un tiempo dado, por lo que pueden ser mejoradas con el progreso del conocimiento.

#### *Reservas*

Dada:

- a) la gran diversidad de tipos forestales en la propiedad de Río Cándor;
- b) que algunas especies de plantas y animales con baja densidad poblacional y requerimientos de hábitat especializados en bosques primarios pueden ser amenazadas por la explotación maderera;
- c) la necesidad de proteger especies de plantas y animales endémicas o raras;
- d) que en Tierra del Fuego los bosques primarios de lenga no se encuentran presentes en áreas protegidas; y
- e) la alta concentración de sitios arqueológicos en el área,

la CCI considera esencial que, de acuerdo con el espíritu de la Convención sobre Diversidad Biológica: con anterioridad a la explotación forestal debe implementarse un sistema de reservas permanentes que contenga muestras representativas de todos los tipos forestales en el área de Río Cándor, particularmente bosques primarios de lenga y coigüe de Magallanes.

Además del bosque comercial, el sistema de reservas debe incluir muestras de otros ecosistemas no forestados, en particular zonas alpinas únicas, con alta conservación

de especies y endemismos y sistemas acuáticos.

Con el fin de servir a este propósito, estas reservas forestales deberían estar conectadas entre sí mediante corredores ribereños o por franjas "buffer" que las separen de las áreas explotadas. La localización de estas reservas debe asegurar la conservación de especies amenazadas, endémicas, y raras, así como de sitios de interés arqueológico.

#### *Protección de zonas ribereñas y costeras*

Franjas de amortiguación ("buffer") de por lo menos 10 m de ancho deben quedar sin talar a lo largo de los bordes de vegas y pantanos, con zonas de uso menos intensivo en los siguientes 20 m. Las normas legales de protección deben aplicarse también a las riberas de los lagos y cursos de agua.

Debido a la gran importancia de las turberas en la hidrología de área del Río Cándor y, consecuentemente, para el estado de salud del bosque, no se deben drenar ni extraer turba de estas formaciones vegetacionales. Tampoco se deben plantar otras especies en éstas y otros humedales. La construcción de caminos a través de las vegas deberá ser evitada. La extracción de una moderada cantidad de *Sphagnum* para propósitos de viverización de árboles se considera aceptable.

A lo largo de la costa de la propiedad del Río Cándor debe preservarse una franja de 75 m, para servir como cortaviento cuando hay explotación de bosque en las zonas costeras. Debe protegerse una área del rico matorral costero.

Se recomienda que el bosque siempre-verde costero mixto, con canelo y maitén, especies clasificadas como Vulnerables en la XII Región, se deje sin tocar hasta que se recupere completamente.

Dada la concentración de sitios arqueológicos y la naturaleza frágil del terreno de las primeras terrazas fluviales del Río Cándor, una franja protegida de 50 m de ancho debe establecerse a lo largo del valle desde la línea alta de agua. Cuando el bosque es más alejado del río deben conservar una franja de bosque de 30 metros. La explotación forestal debe ser graduada en los próximos 20 metros.

El delta del Río Cóndor, hábitat de especies de peces y aves nativas, debe ser totalmente protegido.

#### *Otras medidas de protección*

Debe evitarse o restringirse la construcción de carreteras a través de vegas, estuarios zonas alpinas.

Evitar la proliferación de malezas, se debe al mínimo las alteraciones derivadas de la construcción de caminos. Preferiblemente, los caminos no deberían exceder los 8 m de ancho.

Debe evitarse que los caminos crucen franjas ribereñas o áreas de amortiguación que conecten las reservas forestales, cuando sea posible.

No debe removerse totalmente el detritus leñoso de los costados de los caminos para estabilizar los suelos.

Una muestra representativa de las emergencias de rocas sedimentarias terciarias, que contienen una flora exclusiva en el área de Vicuña, deben ser protegidas; en torno de estas emergencias deben dejarse franjas de bosque de 15 m de ancho.

Deben restaurarse los bordes de caminos con especies nativas. No se deberá usar especies introducidas para estabilizar caminos, a menos que se trate de material estéril que no se reproduce después de su establecimiento.

#### *Regeneración*

El potencial de regeneración de lenga bajo manejo en algunos sectores bajos del Río Bueno y en la cuenca inferior del Río Cóndor debe ser confirmado experimentalmente antes de iniciar la extracción.

El impacto de las poblaciones de guanaco debe ser monitoreado para obtener una visión más completa de los factores limitantes de la regeneración del bosque. No existe al momento evidencia que sugiera la necesidad de eliminar los guanacos de áreas bajo manejo.

Es importante realizar esfuerzos para controlar las poblaciones de castores introducidos.

Un programa de propagación de especies arbóreas nativas y plantación experimental es esencial para asegurar la regeneración

del bosque en áreas manejadas y para reforestación.

#### *Restricciones a la explotación*

Como norma general, no se deberían explotar bosques de lenga por sobre los 400 m.s.n.m. de altitud, o donde el dosel sea inferior a 15 m sobre los 400 m.s.n.m. Los árboles por sobre este límite altitudinal son de crecimiento muy lento, de pobre calidad comercial y no se puede esperar que se recuperen a la misma tasa que a elevaciones menores.

Explotación de lenga en laderas con pendientes superiores al 40% debe ser totalmente restringida. Entre los 400 y 450 m.s.n.m. se permite una apertura experimental controlada del bosque para averiguar la respuesta de los suelos bajo manejo. Por encima de esta altura se recomiendan estudios más acabados de los suelos y la geomorfología con el objeto de llegar a una zonificación de los terrenos.

Debe evitarse, en forma permanente, la explotación de los bosques puros de ñirres en cualquier lugar de la propiedad, debido a su importante papel protector a lo largo de zonas ribereñas, alrededor de las vegas, en el límite arbóreo y en el ecotono entre el bosque y la estepa.

Debido a que la regeneración potencial de la lenga es incierta en bosques situados a baja elevación en la propiedad del Río Cóndor, la explotación debería concentrarse inicialmente en el sector Vicuña y en las terrazas superiores del valle del Río Cóndor, donde se puede observar actualmente mayor regeneración.

Bosques puros de coigüe no deben explotarse hasta que se realicen estudios experimentales para asegurar su regeneración potencial bajo esquemas de manejo. Bosques mixtos de coigüe de Magallanes y lenga con hasta 49% de coigüe de Magallanes puede explotarse siempre y cuando la empresa se comprometa de asegurar la regeneración del bosque con las mismas proporciones iniciales de las dos especies de árboles.

#### *Manejo para la producción de madera*

A continuación se señalan criterios ecológicos que deben guiar la etapa inicial de la explotación.

Recomendamos el uso de un sistema silvicultural de retención variable, en conjunto con corta de protección, como una manera de proveer legados biológicos a las áreas bajo explotación. Agregaciones de árboles (por lo menos 40 árboles) deben dejarse sin cortar durante un ciclo forestal completo. Los agregados son considerados parte de reservas facilitadoras.

Para minimizar el impacto de la explotación en la capa de hojarasca y proveer hábitat crítico para ciertas especies de animales y plantas, recomendamos dejar árboles muertos en pie, tocones y árboles caídos siempre que sea posible. Para evitar el daño al sotobosque y la hojarasca, conservar en el sitio cuanto detritus maderero sea posible, sin que aumente el peligro de incendios.

La mantención de franjas de bosque como cortavientos es esencial.

#### *Monitoreo e investigación*

Recomendamos las siguientes acciones de monitoreo y de investigación científica. El financiamiento de la investigación por Trillium-Bayside debe ser consistente con las necesidades reales para un manejo adaptativo exitoso.

#### *Monitoreo:*

- a) Monitoreo de la regeneración e impacto del modelo de explotación en la integridad del bosque, dentro de parcelas permanentes en áreas explotadas con controles en bosques primarios.
- b) Monitoreo de calidad del suelo, escurrimiento, y calidad del agua en áreas explotadas.
- c) Monitoreo de especies indicadoras (acuáticas y terrestres) en áreas explotadas y áreas control. Esto debería incluir al zorro rojo y al guanaco, para los cuales se recomiendan estudios mediante telemetría.
- d) Control periódico de áreas manejadas para determinar la evolución de ataques de hongos e insectos patógenos en los árboles y renovales.

#### *Investigación*

- a) Registro a largo plazo de producción de semillas, fenología, germinación de semi-

llas y requerimientos de micorrizas de las especies arbóreas.

- b) Un estudio integrado de ciclo de nutrientes, hidrología, balance hídrico y regeneración forestal incluyendo investigaciones ecofisiológicas en cuencas manejadas y sin manejo.
- c) Análisis demográfico y de hábitat de especies de aves y mamíferos sensibles a la intervención forestal o en precario estado de conservación.
- d) Análisis de otros componentes de la biodiversidad relevantes para la sustentabilidad del ecosistema, tales como hongos, invertebrados de la hojarasca y microflora del suelo.
- e) Estudios para desarrollar un modelo predictivo sobre el valor de los sitios arqueológicos en la propiedad de Río Cóndor.
- f) Se recomienda que la empresa contrate biólogos y edafólogos. A la larga se debe contemplar la instalación de una estación biológica.

#### *Evaluación*

El compromiso con el manejo adaptativo requiere de evaluaciones periódicas.

El CCI recomienda que el progreso del proyecto Río Cóndor sea evaluado 5 años después del inicio de la explotación. Los resultados del monitoreo y la investigación deben ser evaluados con el compromiso de la empresa de modificar los planes de manejo y tasas de extracción cuando se requiera.

Los resultados de esta evaluación deben ser dados a conocer al público.

#### VI. ANALISIS FINAL

La CCI considera que si se toman en cuenta seriamente las recomendaciones indicadas, el potencial para un proyecto ecológicamente sustentable es alto. Las recomendaciones representan los fundamentos científicos de este proyecto.

El CCI tiene confianza en que Trillium-Bayside respetará sus compromisos con el ambiente del Río Cóndor.

La implementación de estas recomendaciones, junto al compromiso de la empresa

con fines de manejo adaptativo, constituirán, sin duda, un referente inédito para las prácticas forestales en Chile y un ejemplo del valor de la interacción entre los científicos y la empresa privada.

a sus respectivas instituciones académicas por su apoyo. Apreciamos los comentarios y sugerencias de los Drs. Jerry Franklin y Gordon Orians, en distintas etapas de revisión del plan de trabajo y resultados de este estudio.

#### AGRADECIMIENTOS

La CCI agradece a la Corporación Trillium, USA, y Bayside Ltd., USA, por la libertad de acción, apoyo y facilidades otorgadas en la planificación y ejecución de los estudios científicos que formaron la base de este documento. Agradecemos especialmente a todos los científicos chilenos y extranjeros que colaboraron con la CCI en la realización de esta tarea. Queremos reconocer en particular los consejos del Dr. Jorge Allende y de Rand Jack, "Land Steward" del Proyecto Río Cónдор. Los miembros de la CCI agradecen

#### LITERATURA CITADA

- KALIN-ARROYO MT, C DONOSO, R MURUA, E PISANO, R SCHLATTER & I SEREY (1995) Toward an Ecologically Sustainable Forestry Project: Concepts, Analysis and Recommendations. Report made by the Independent Scientific Commission of the Río Cónдор Project to Bayside Ltd., USA. Informe no publicado, Santiago, Chile.
- LUBCHENCO J, AM OLSON, LB BRUEBAKER, SR CARPENTER, MM HOLLAND, SP HUBBELL, SA LEVIN, JA MACMAHON, PA MATSON, JM MELILLO, HA MOONEY, CH PETERSON, HR PULLIAM, LA REAL, PJ REGAL & PG RISSER (1991) The Sustainable Biosphere Initiative: An ecological research agenda. *Ecology* 72: 371-412.