OPCIONES DE RECUPERACIÓN PARA BOSQUES DEGRADADOS

Rodrigo Mujica

Dr. Ciencias Forestales. Instituto Forestal, Sede Valdivia. Casilla 385, Valdivia, Chile. E-mail: rmujica@infor.cl.

1. Introducción

La utilización de los bosques ha originado fuertes controversias en todo el mundo. Esto, debido al creciente interés por parte de la ciudadanía de cuidar el medio ambiente y la negativa percepción que se tiene sobre la forma como este recurso natural ha sido explotado.

Actualmente, existen 3.952 millones de hectáreas de bosques en el mundo, lo que equivale al 30% del área total de la tierra (excluyendo el territorio de la Antártica) y 0,62 hectáreas per cápita (FAO, 2005).

En términos generales, los países desarrollados están tratando de recuperar sus ecosistemas forestales e incrementar la superficie cubierta con bosque, luego de haberlos sometido a un uso destructivo en el pasado (Dobson *et al*., 1997; Burschel y Huss, 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; FAO, 2005).

En cambio, los países en vías de desarrollo, que cuentan con aproximadamente 80% del

recurso, aún se encuentran en el proceso de deforestación, es decir, en la conversión del bosque a otro tipo de uso del suelo. Las pérdidas forestales mundiales se estiman en alrededor de 13 millones de hectáreas por año (0,4% anual), y prácticamente todas ocurren en países en vías de desarrollo. El principal factor que ha llevado a la deforestación es la demanda por tierras para cultivos agrícolas, siendo este factor la causa del 42% de la disminución anual actual del bosque nativo mundial. Otros factores que contribuyen a la pérdida de bosques son: el sobrepastoreo, la tala rasa con fines madereros industriales, la extracción excesiva de leña, la sustitución por plantaciones forestales de rápido crecimiento, los incendios forestales, las plagas y otras pérdidas naturales, y el desarrollo urbano e industrial (FAO, 2005).

En Chile, la utilización histórica de los bosques no se ha diferenciado de la tendencia mundial: han sido sometidos a un uso destructivo. No obstante, actualmente la sociedad chilena está más consciente de la necesidad de conservar y manejar sustentablemente los bosques. Un claro efecto de lo anterior, es que Chile es uno de los pocos países en vías de desarrollo que se destaca por haber reducido drásticamente la deforestación (FAO, 2005). En el marco de un mundo globalizado, esto es relevante e importante de reconocer. Sin embargo, gran parte de los bosques remanentes de este proceso de explotación, 13,6 millones de hectáreas (CONAF-CONAMA, 1999), se encuentran en diferentes estados de degradación, tanto desde un punto de vista ecosistémico, como también maderero (PAF-Chile, 1994; INFOR, 2004). Como esta realidad tiene un fuerte impacto negativo en términos económicos y sociales para el país, es imperativo que se tomen decisiones de carácter político para revertir esta situación.

En este sentido, la reciente promulgación de la Ley de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal es un enorme avance en pos de recuperar los bosques nativos degradados. El concepto de recuperación forma parte del título y objetivo de esta ley. No obstante, es importante tener presente que este cuerpo legal no es suficiente por si solo para recuperar los bosques nativos. La Ley de Bosque Nativo representa tan solo un instrumento de política y su implementación depende de una serie de otros aspectos, que deben ser abordados en forma complementaria en el corto, mediano y largo plazo (Mujica, 2004). Esto significa, que es indispensable analizar, completar y combinar adecuadamente instrumentos de política (Merlo y Paveri, 1997; Schmithüsen, 2000; Lazdinis *et al*., 2003). Ahora bien, antes de definir y combinar instrumentos de política tiene que existir imperiosamente un propósito consensuado, lo que significa contar con una política forestal (Fredriksson, 2003). Según Merlo y Paveri (1997) y Sutton (1999), la política forestal se debe entender como un modelo racional, que identifica el problema, analiza las opciones y posibilidades de solución en el marco de un proceso participativo, define los objetivos y establece la forma de cómo alcanzarlos y monitorearlos. En otras palabras, una política forestal debería respondernos lo siguiente: ¿qué es lo que queremos de nuestros bosques nativos? y ¿de qué manera lo logramos?

El presente artículo es una contribución a estas interrogantes y se centra en el desafío de la recuperación de los bosques degradados. En este contexto se analizan los objetivos de la recuperación de bosques y en por qué y cómo la cubierta forestal puede ser re-establecida en diferentes circunstancias, y la razón ecológica y socio-económica para eso.

2. Extensión de los bosques

La evaluación de los bosques a nivel mundial, así como en Chile, se relaciona principalmente con la extensión de éstos. El área de bosques es una variable básica fácil de comprender, que da una primera indicación sobre la importancia relativa de los bosques en un país o región, pudiendo además ser utilizada como información estratégica para reducir la deforestación y recuperar los bosques degradados.

Durante varias décadas la FAO ha evaluado los bosques en el mundo, tarea que no ha sido fácil debido a información incompleta en diferentes paises. De acuerdo a la última "Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales" que FAO realizó en el año 2005 (FRA, 2005), el área de bosque total se calcula en 3.952 millones de hectáreas, es decir, 30% del área total de tierras, lo que corresponde a un promedio de 0,62 hectáreas per cápita. Del área total de bosques a nivel mundial, 36,4% está clasificado como bosques primarios (bosques de especies nativas, en donde no existen indicios evidentes de actividad humana y en donde los procesos ecológicos no se han alterado de manera significativa), 52,7% se considera bosques naturales alterados (bosques de especies nativas regeneradas de manera natural en donde existen claros indicios de actividad humana), 7,1% son bosques seminaturales (bosques de especies nativas establecidas a través de plantación, siembra o regeneración natural asistida) y 3,8% son clasificados como bosques plantados (bosques de especies exóticas, y en algunos casos especies nativas, establecidas mediante la plantación o siembra con el propósito de suministrar servicios, madera y/o bienes no madereros) (FAO, 2005).

En Chile, los bosques cubren una superficie de 15,6 millones de hectáreas, lo que representa el 20,7% de la superficie del territorio nacional (CONAF-CONAMA, 1999) y corresponde a un promedio de 0,98 hectáreas per cápita. En Chile los bosques se diferencian principalmente entre bosques nativos y plantaciones forestales. Los bosques nativos cubren una superficie aproximada de 13,4 millones de hectáreas, lo que representa el 17,8% de la superficie del territorio nacional. Estos se clasifican de acuerdo a su estructura en bosque adulto, bosque adulto/renoval, renoval y bosque achaparrado. En tanto, las plantaciones forestales principalmente de *Pinus radiata* y especies del género *Eucalyptus*, abarcan una superficie cercana a los 2,1 millones de hectáreas equivalentes al 2,8% de la superficie del territorio nacional. Por su parte, el bosque mixto alcanza una superficie de 87.625 hectáreas.

La diferencia entre la clasificación de bosques utilizada por Chile y por FAO es un reflejo de lo que ocurre a nivel mundial, ya que cada país ha establecido su propia tipología y FAO, así como otras organizaciones vinculadas con el desarrollo sustentable de los bosques, tratan de homologar definiciones y clasificaciones de bosques con el propósito de evaluar lo que ocurre con los recursos forestales a nivel planetario.

En el marco del compromiso de Chile de contribuir con la Evaluación de los Recursos Forestales del 2005, se elaboró un informe que ajustó la clasificación nacional a la utilizada por FAO. Este ejercicio evidenció que la clasificación de los bosques nativos utilizada en Chile no está acorde con la tendencia mundial de clasificar los bosques en función del estado de conservación y propósito de utilización. Esto no es un tema menor, ya que en

el contexto de la implementación de la Ley de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal se establecerán prioridades de focalización de los esfuerzos y los recursos disponibles. Uno de los criterios a considerar será el nivel de degradación del recurso existente y la potencial provisión de bienes y servicios que se espera brinden estos bosques una vez que se hayan recuperado.

Los países más exitosos en la recuperación de sus bosques degradados, como Alemania, Austria, Finlandia, Francia, Suiza, Suecia, entre otros, clasifican la gran mayoría de sus bosques en la categoría de "bosques seminaturales". Intrínsecamente aceptan que la naturalidad original de los bosques que fueron degradados no es recuperable totalmente, pero sí la provisión de bienes madereros y no madereros, así como la de sus servicios ecosistémicos. Para países en vías de desarrollo, como Chile, esta opción de recuperación de bosques debería ser seriamente analizada.

3. Deforestación

El principal proceso de reducción de bosques a nivel mundial es la deforestación, es decir, la conversión de bosques a otros usos de suelo (FAO, 2005). Los resultados de FRA 2005 fueron similares a las evaluaciones anteriores: el área total de bosque sigue disminuyendo a nivel mundial. La deforestación, sobre todo para convertir los bosques en tierras agrícolas, prosigue un ritmo alarmante: 13 millones de hectáreas al año. No obstante, el aumento de la forestación y la expansión natural de los bosques secundarios han reducido notablemente la pérdida neta de bosques. El cambio neto en el período 2000-2005 se calcula en -7,3 millones de hectáreas al año, frente a -8,9 millones de hectáreas anuales en el periodo 1990-2000. Esto significa que la pérdida neta de bosques se redujo en 4.800 hectáreas diarias entre ambos períodos.

Los bosques primarios y los bosques naturales alterados constituyen aquellos tipos de bosques que están en retroceso, mientras que los bosques seminaturales y los bosques plantados han aumentado en los últimos años. Esto significa, que la parcial compensación de pérdida de bosques a nivel mundial es solamente en superficie y en ningún caso en calidad (FAO, 2005).

Cabe destacar, que desde 1990 se han perdido o se han alterado a nivel mundial alrededor de 6 millones de hectáreas de bosques primarios cada año y no hay indicios de que este ritmo de cambio disminuya en el corto plazo. Esta pérdida de bosque se debe no solo a la deforestación, sino también a la modificación de los bosques por cortas selectivas, lo que hace que los bosques primarios pasen a la clase de bosques naturales alterados e incluso pasen a ser considerados como bosques degradados (FAO, 2005).

En Chile la superficie de bosque aumentó entre 1990 y 2005 en 858.000 hectáreas. Sin embargo, la superficie de bosque nativo ha disminuido. En el mismo período se perdieron 10.000 hectáreas de bosques primarios y 52.000 hectáreas de bosques naturales alterados (clasificados en Chile como renovales). El cambio neto positivo del período 1990-2005 se debe al incremento de 920.000 hectáreas de plantaciones con especies exóticas con fines productivos madereros (FAO, 2005). De estos cambios el más significativo es la

pérdida de bosque nativo, ya que no es aceptable que se sustituyan bosques primarios o bosques naturales alterados (renovales) por plantaciones de especies exóticas o cultivos agropecuarios. Es importante reconocer, que Chile es uno de los pocos países en vías de desarrollo que ha reducido drásticamente la deforestación. Sin embargo, aún persiste un nivel de pérdida de bosque nativo que debe ser frenado en el corto plazo.

4. Degradación

A nivel mundial existe consenso sobre el actual estado que presentan los bosques que han sido utilizados por el hombre y no han sido eliminados: gran parte de estos ecosistemas se encuentran degradados. Esto también ha llevado a que exista consenso en relación con la importancia de recuperar estos bosques. Intrínsecamente se está consciente que los bosques degradados no solamente pierden su estructura y diversidad biológica, sino también muchos bienes y servicios ecosistémicos que entregaban anteriormente a la sociedad (Lamb y Gilmour, 2003; Maginnis y Jackson, 2005; Sabogal, 2005).

En todo el mundo los bosques severamente degradados son fáciles de reconocer. Es muy probable que ante situaciones reflejadas en las Figuras 1a y 1b, no haya duda alguna que son bosques degradados. Pero cuándo se considera un bosque como degradado? Cuál sería la condición límite para definir un bosque como degradado? Por otro lado, ¿qué esperamos de los bosques degradados en el futuro? ¿Cuáles son los objetivos de su recuperación? ¿Cuáles son las opciones de recuperación para los bosques degradados?

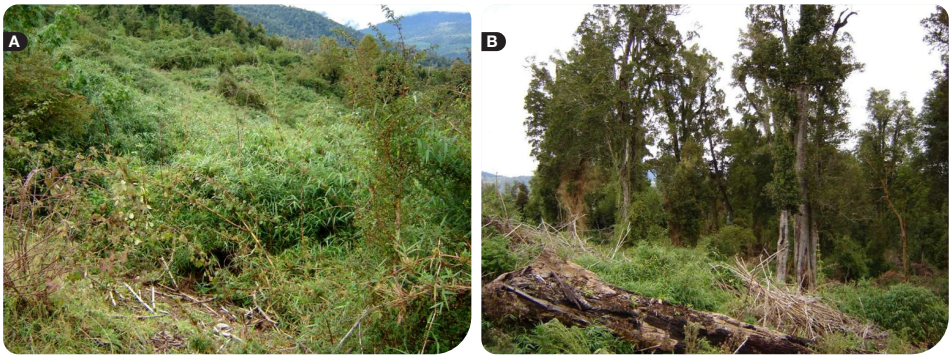

Figura 1. Bosques Degradados

Estas inquietudes no son fáciles de responder y deben ser una de las causas por las cuales la degradación y la recuperación de los bosques son temas que no se han abordado adecuadamente. A esto se suma el hecho que la deforestación sigue siendo la principal preocupación a nivel mundial, siendo ésta además mucho más fácil de evaluar y contrarrestar. En todo caso, para aquellos países que han logrado detener la deforestación masiva, como Chile, la degradación de sus recursos forestales y las opciones para recuperarlos son temas cada vez más relevantes.

4.1 DEFINICIÓN DE DEGRADACIÓN

El término "degradación" significa la pérdida de la estructura forestal, su productividad y la diversidad de especies nativas. Un bosque degradado puede aún tener árboles, pero ya perdió su integridad ecológica original. FRA 2005 define la degradación forestal como cambios dentro de un bosque que afectan la estructura y la función del sitio o rodal y así reducen su capacidad de entregar productos o servicios. Según CBD/UNEP (2000) y OIMT (2002) un bosque degradado es un bosque que debido a las actividades del hombre ha perdido su estructura, función, composición de especies o productividad normalmente asociada con el tipo de bosque natural que se espera encontrar en ese sitio. Por consiguiente un bosque degradado provee una cantidad reducida de bienes y servicios en un determinado lugar y únicamente mantiene una diversidad biológica limitada.

A pesar de que las definiciones existentes son similares, en la práctica la degradación es mucho más subjetiva; existen percepciones muy diferentes sobre lo que es un bosque o un paisaje forestal degradado. Estas percepciones dependen sobre todo del nivel y tipo de preparación técnica que se tenga, lo que a su vez influye sobre lo que se espera de los bosques. Por ejemplo, la sociedad puede percibir un bosque con abundante presencia de árboles y arbustos exóticos como un bosque sano y hermoso, mientras que profesionales vinculados con los bosques nativos percibirán el mismo bosque como un bosque nativo altamente degradado. Amantes de la naturaleza pueden percibir un bosque con árboles nativos chuecos y abundante vegetación arbustiva como un ecosistema sano, mientras que un forestal lo percibe como un bosque degradado. Incluso, el hecho de tener la misma preparación profesional no implica que exista consenso frente al nivel de degradación de un bosque explotado; si hay 3 forestales es muy probable que haya 3 percepciones de degradación. Casi inevitablemente la "degradación" depende del punto de vista. No todos las partes interesadas en los bosques estarán de acuerdo en clasificar o definir un bosque como degradado (Lackey, 2004).

Además, tampoco existe consenso sobre la escala que se debe considerar para definir la degradación. Los casos anteriormente mencionados se refieren a rodales, pero que ocurre con la degradación del paisaje forestal? Es posible que encontremos una serie de rodales en buen estado, pero de tamaños pequeños en forma discontinua. En este caso la degradación se presenta a nivel de la estructura espacial del paisaje y no necesariamente a nivel de rodal. Esto significa, que la pérdida de bosques no solamente es grave por la disminución de rodales, sino que también es perjudicial para la perdida de conectividad entre los rodales que quedan (Saunders *et al*., 1991; Bustamante y Grez, 1995; Lamb y Gilmour, 2003; Maginnis y Jackson, 2005). Éste, que es uno de los impactos más negativos y complejos de la pérdida de bosques, se denomina fragmentación. El aumento de la relación de perímetro y área de bosque, llamado "efecto borde", reduce la diversidad biológica y aumenta el aislamiento de hábitats (Skole y Tucker, 1993; Dale y Pearson, 1997; Noss, 2000; Armenteras *et al*., 2003; Echeverría *et al*., 2006).

A nivel mundial, el organismo que ha abordado la degradación de los bosques con mayor profundidad es la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). Esta organización clasifica los bosques en primarios, naturales modificados y plantados. En la categoría de bosques naturales modificados incluye los bosques degradados que son bosques o tierras forestales que se han alterado más allá de los efectos normales de los procesos naturales

mediante el uso insostenible. Se distinguen tres condiciones diferentes en esta categoría (Lamb y Gilmour, 2003):

- **Bosque primario degradado:** bosque primario cuya cobertura boscosa inicial se ha visto afectada por la explotación insostenible de madera y/o productos forestales no maderables de modo tal que se ha alterado su estructura, procesos, funciones y dinámica más allá de la resistencia a corto plazo del ecosistema, afectándose la capacidad del bosque para recuperarse plenamente de la explotación en el corto o mediano plazo;

- **Bosque secundario:** vegetación boscosa que ha vuelto a crecer en tierra donde la cobertura boscosa original fue en su mayor parte desmontada (con menos del 10% de la cobertura boscosa original). Los bosques secundarios por lo general se desarrollan naturalmente en tierras abandonadas después de cultivos migratorios, el asentamiento de la agricultura o pastizales, o después del fracaso de plantaciones de árboles;

- **Tierras forestales degradadas:** tierras previamente boscosas que fueron severamente dañadas por la extracción excesiva de productos forestales maderables y/o no maderables, prácticas deficientes de manejo, incendios reiterados, el pastoreo u otras alteraciones o usos de la tierra que dañan el suelo y la vegetación en tal grado que se inhibe o retrasa seriamente el restablecimiento del bosque posterior al abandono.

Basándose en una variedad de fuentes, la OIMT (2002) estimó que en los trópicos existen 500 millones de hectáreas de bosque primario y secundario degradado y 350 millones de hectáreas de terrenos forestales degradados. Lamentablemente, no existen estadísticas oficiales sobre bosques degradados a nivel mundial, ya que las diferentes percepciones sobre degradación han complicado la misma definición y así su evaluación. En todo caso se parte de la premisa que los países que han frenado la deforestación masiva y se encuentran en el proceso de recuperación de sus bosques degradados, deberán definir los diversos tipos y niveles de degradación con el propósito de focalizar esfuerzos y facilitar la recuperación de bosques.

4.2 RECUPERACIÓN DE BOSQUES DEGRADADOS

La degradación de los bosques debe ser enfrentada de diferentes maneras y a diferentes escalas. Las intervenciones a nivel de rodal son importantes, pero tienen que ser coordinadas con una planificación efectiva a nivel de paisaje (Lamb y Gilmour, 2003; Maginnis y Jackson, 2005). En este contexto, surge como fundamental la planificación territorial. Este enfoque facilita el proceso de toma de decisiones, ya que acota los cursos de acción a las capacidades y limitantes de los bosques contenidos en el territorio en particular, define la oferta actual y futura de bienes y servicios, prioriza las áreas de acción y asegura su monitoreo. Por lo general, el territorio se define como una unidad política-administrativa de nivel medio (provincia, comuna) o se delimita al área de una cuenca particular.

Con el propósito de conceptualizar la degradación y su recuperación de una manera

simple, el presente capítulo se concentra en consideraciones biológicas y socioeconómicas a nivel de rodal, aunque hace cierta referencia a aspectos a nivel de paisaje.

4.2.1 Recuperación natural

Algunos bosques degradados se pueden recuperar naturalmente, pero muchos no. Además, la recuperación natural puede tener diferentes escalas de tiempo, lo que depende del nivel de degradación de los bosques y ciertas condiciones del entorno.

Con el propósito de ilustrar la existencia de diferentes niveles de degradación de bosques, se describen las siguientes situaciones a modo de ejemplo (Figura 2):

- La situación ilustrada con el punto BO refleja un bosque original, sin intervención humana, con altos niveles de diversidad biológica, biomasa y productividad.

- El punto BD1 refleja un bosque severamente degradado, el que ha perdido la mayoría de su diversidad biológica original, biomasa y productividad. En estas situaciones el bosque original fue sometido a una explotación casi total. Por lo general, estos bosques se caracterizan por contar con abundante presencia de *Chusquea spp*., la que obstaculiza el establecimiento de especies arbóreas. Este tipo de bosque podría estar representado por la Figura 1a.

- El punto BD2 refleja un bosque que se encuentra degradado producto de “floreos” o cortas selectivas de los mejores individuos. Esta intervención redujo la biomasa y productividad del bosque. Sin embargo, aún están presentes especies arbóreas y arbustivas del bosque primario. Estos bosques son considerados degradados, sobre todo, del punto de vista maderero, ya que los árboles residuales son de mala calidad. Este tipo de bosque podría estar representado por la Figura 1b.

- El punto BS comprende bosques secundarios (renovales), es decir, bosques originados ya sea de semillas y/o reproducción vegetativa después de la perturbación antrópica. La mayor parte de los bosques secundarios en Chile se originaron por el abandono de terrenos que fueron ocupados para actividades agropecuarias, luego de haber sido deforestados o severamente degradados. Los bosques secundarios han recuperado parte de su diversidad biológica original, pero están dominados por especies intolerantes que pertenecen a una etapa inicial de la sucesión y generalmente tiene una cantidad inferior de especies de flora y fauna en comparación con el bosque original.

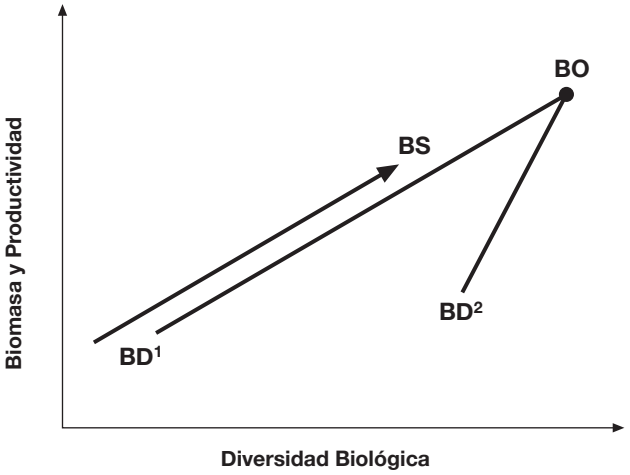

Figura 2. Diferentes niveles de degradación de bosques. Modificado de Lamb y Gilmour (2003).

Las condiciones del entorno que se deben cumplir para que un bosque degradado se pueda recuperar naturalmente son las siguientes:

- El agente que ocasiona la degradación tiene que ser eliminado, lo que implica la acción del hombre, así como la presencia de animales.

- Plantas y animales tienen que permanecer en el sitio o en la zona como fuente para la nueva colonización. No solamente tienen que estar presente, también tienen que poder desplazarse por el paisaje y re-colonizar el área degradada. Si esas poblaciones de fuente están más lejos y el grado de empobrecimiento biológico del paisaje a intervenir es mayor, el proceso de re-colonización será más lento. Por el otro lado, si existe mayor cantidad y tamaño de fragmentos el proceso será más rápido.

- Los suelos en el sitio tienen que estar razonablemente intactos. Con erosión severa o una pérdida significante de fertilidad los suelos pueden haber dejado de ser aptos para las especies originales. Posiblemente especies exóticas tolerantes al ambiente modificado pueden tomar su lugar.

4.2.2 Recuperación asistida

La recuperación natural de bosques degradados es una opción viable en la medida que los interesados estén dispuestos a esperar el tiempo necesario para que esto ocurra. Por lo general, la escala de tiempo requerida para la recuperación natural es superior a la escala de tiempo humana, por lo que la mayoría de las partes interesadas en los bosques

llevan a cabo diversas actividades con el propósito de acelerar y dirigir la recuperación de los bosques degradados de acuerdo a un objetivo. En algunos casos el objetivo es la recuperación del ecosistema y la diversidad biológica original; en otros, el objetivo es simplemente utilizar el sitio y bosque para propósitos productivos. A continuación se describen las opciones de recuperación para bosques degradados, a nivel de rodal, que pueden ser fomentadas (Lamb y Gilmour, 2003).

- Restauración: recuperación de biomasa, productividad y diversidad biológica presente originalmente. El propósito es la recuperación del ecosistema original, por lo que el bosque deberá tener solo especies de flora y fauna nativas. No deberá haber presencia de especies exóticas. En este caso se deben re-establecer todos los servicios ecosistémicos del bosque original.

- Rehabilitación: recuperación de biomasa, productividad y parte de la diversidad biológica. No necesariamente se recuperan todas las especies de flora y fauna originalmente presentes. Incluso, por motivos ecológicos o económicos el nuevo bosque puede incluir especies que no estaban presentes originalmente. Puede ser que el sitio degradado ya no sea apto para algunas de las especies originales y muchas veces es necesario utilizar especies con alto valor maderero con el propósito de solventar los esfuerzos de rehabilitación. Se re-establecen la mayoría de los servicios ecosistémicos del bosque original.

- Reparación: recuperación de biomasas y productividad en un sitio degradado utilizando principalmente especies arbóreas exóticas de rápido crecimiento. La mayoría de las veces se establecen plantaciones con una sola especie y las especies nativas, que regeneran naturalmente, solo están presentes en forma secundaria en el sotobosque. El principal beneficio es económico. No se recupera la diversidad biológica original, por lo que estos bosques no son los más adecuados para la recuperación del paisaje forestal. En todo caso, es posible re-establecer algunos servicios ecosistémicos del bosque original.

La diferencia entre las tres situaciones es el grado de recuperación de la diversidad biológica original. Sin embargo, son similares en relación a la recuperación de biomasa y productividad. Las diferencias entre estas opciones de recuperación de bosques degradados se muestran en Figura 3.

Sin intervención humana los bosques degradados representados por BD1 y BD2 pueden recuperar gradualmente su riqueza de especies nativas, biomasa y productividad, es decir, pueden lentamente volver a su condición original (BO). La rapidez de este proceso depende de las condiciones del entorno mencionadas en el capítulo 4.2.1. Este proceso se puede acelerar a través de la intervención humana; lo que significa que se estaría optando por la restauración (RES). En caso que la opción de recuperación apunte solamente a incrementar la biomasa y productividad, se estaría optando por la reparación (REP) de los bosques degradados BD1 y BD2. En este caso, gran parte de la riqueza de especies nativas que aún tienen algunos bosques degradados, como BD2, se elimina con el propósito de facilitar el crecimiento de especies de rápido crecimiento, que por lo general son exóticas. En algunos casos, el nivel de biomasa y productividad puede superar la condición original como resultado de la preparación del sitio o el uso de fertilizantes. Una

opción de recuperación intermedia entre restauración y reparación lo constituye la rehabilitación (REH). En este caso se pretende recuperar la biomasa, productividad y parte de las especies originales. En algunos casos habría que realizar esfuerzos para incorporar especies nativas, como desde la condición BD1 y en otros casos se sacrifica algo de diversidad biológica, como desde la condición BD2. Teóricamente se puede aplicar cada una de las alternativas descritas para cualquier condición de bosque degradado. Es importante tener presente, que en caso de no optar por alguna opción de recuperación existe la posibilidad que los bosques degradados se sigan degradando. Esto está representado por la condición BD3 donde el bosque perdió aún más biomasa, productividad y diversidad biológica en relación con la condición BD2.

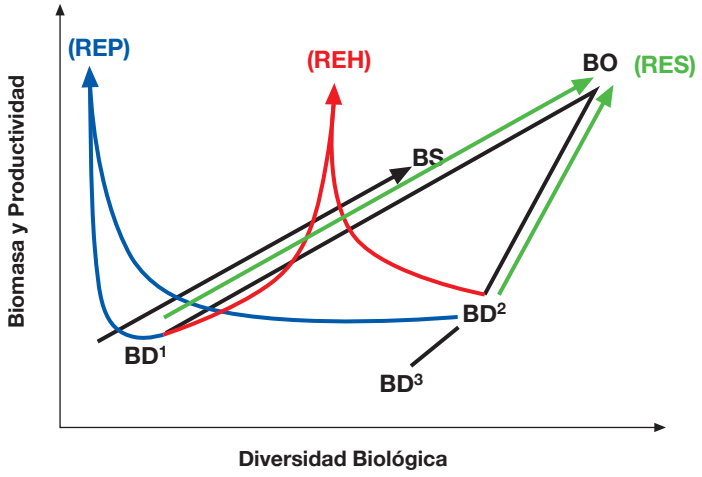

Figura 3. Opciones de recuperación de bosques degradados: reparación, restauración y rehabilitación. Modificado de Lamb y Gilmour (2003).

4.3 VISIONES CRÍTICAS A LAS OPCIONES DE RECUPERACIÓN

En Chile la principal forma de recuperación de bosques degradados ha sido la reparación, es decir, la recuperación de biomasa y productividad de los sitios. Esta práctica ha sido fomentada por el Estado e implementada masivamente por parte del sector privado. No obstante, el establecimiento de plantaciones forestales con especies exóticas ha sido también ampliamente criticada por algunas partes interesadas del sector forestal y ambiental, debido a negativos impactos sociales y ambientales. La extensa superficie de plantaciones se relaciona con una disminución de la población en las comunas donde éstas se encuentran y un aumento de la cesantía en vista de las la escasa mano de obra que se contrata (Díaz, 2002; Del Fierro, 2004; van Dam, 2006). Las comunas con plantaciones están dentro de las comunas más pobres del país (CASEN, 2004). Además, en las zonas forestales de plantaciones existe un profundo quiebre en la cosmovisión, la economía y la vida cotidiana de las comunidades mapuches del área (Del Fierro y Diaz, 2005). A esto se agrega, la sustitución de bosques nativos por plantaciones forestales, lo que ha significado la pérdida definitiva de flora y fauna autóctona y efectos ambientales negativos (Lara *et al*., 1989; Lara y Veblen, 1993; Otero *et al*., 1994; Lara *et al*., 1996; Olivares, 1999).

Así mismo, estas formaciones boscosas cuentan con una reducida oferta en cantidad y calidad de bienes y servicios ecosistémicos para la población (Lamb y Gilmour, 2003) e incluso la disminución de algunos cursos de agua se le ha atribuido a las plantaciones forestales (Otero *et al*., 1994; Pérez, 2000; Cornejo, 2003; Del Fierro y Diaz, 2005). Además, en vista que estas formaciones forestales son monocultivos, los riesgos fitosanitarios se ven incrementados (Machín de Oñoro, 1991; Evans, 1996 y 1998). El mismo manejo de las plantaciones forestales se asocia con prácticas poco amigables con el medioambiente, como la tala rasa y el uso extensivo de químicos. Además, en los últimos años se ha generado una fuerte controversia en la relación con el uso de organismos genéticamente modificados en las plantaciones forestales.

Por otro lado, la restauración que tiene como propósito recuperar el ecosistema original también es criticada, siendo incluso cuestionada la real factibilidad de una restauración (Vitousek, 1997; Lockwood y Pimm, 1999). La implementación de esta opción de recuperación de bosques implica que se conocen la identidad y las poblaciones de flora y fauna que existían en un bosque antes de ser intervenido. Esto muchas veces no es el caso, y solo se puede inferir la naturaleza del ecosistema original desde descripciones o restos de comunidades (Hobbs, 2004). La restauración además considera a los ecosistemas forestales como estáticos, sin cambiar en el tiempo, lo que no es así (Lamb y Gilmour, 2003). Estos ecosistemas sufren cambios sucesionales, a menudo en un período de cientos de años, y tienden a ecosistemas maduros donde existe comúnmente un estado de equilibrio dinámico. Bajo esta premisa, a que estado sucesional tenderían los esfuerzos de la restauración? Nuestro conocimiento de los procesos ecológicos no es perfecto y nuestra capacidad de predecir o dirigir sucesiones ecológicas es limitada (Hobbs, 2004). Un claro ejemplo de esto es la incertidumbre sobre los impactos que tiene y tendrá el cambio climático sobre los ecosistemas forestales (Vitousek, 1997; Harris *et al*., 2006). Además, en algunos casos la restauración puede resultar muy difícil porque algunas de las especies originales se extinguieron y especies exóticas se pueden haber naturalizados, como es el caso de algunos ecosistemas forestales en nuestro país. La recientemente promulgada Ley de Bosque Nativo reconoce esta situación al aceptar la presencia de especies exóticas en los bosques nativos, sin perder su condición de ecosistema forestal nativo. Desde una perspectiva socioeconómica, en algunos casos la pérdida de diversidad biológica y suelo es tan severa, que las medidas de restauración a implementar serán muy costosas. En estos casos se originan limitaciones socioeconómicas, ya que los propietarios de este recurso degradado no estarán dispuestos a renunciar a la limitada productividad de éste con el objetivo que se recupere el ecosistema original en un periodo de tiempo que va más allá de la escala humana (Raven *et al*., 1998; Halvorson, 2004). Debido a lo anteriormente planteado, la restauración es considerada por algunas partes interesadas como una tarea extremadamente difícil de implementar (Davis y Slobodkin, 2004).

La rehabilitación es una opción de recuperación de bosques degradados que puede situarse en el medio de la reparación y restauración. En este caso se pretende recuperar la biomasa, productividad y parte de las especies originales. La implementación de la rehabilitación lleva a crear bosques seminaturales. Estas formaciones boscosas son las más abundantes en aquellos países que fueron los primeros en deforestar y degradar sus bosques, y al mismo tiempo los primeros en recuperarlos. Países como Alemania, Austria, Finlandia, Francia, Suiza, Suecia, entre otros, aceptaron que la recuperación de los

ecosistemas originales no era una opción viable, pero si la provisión de bienes madereros y no madereros, así como la de los servicios ecosistémicos. En Chile, a pesar que esta opción, que representa un equilibrio entre las consideraciones económicas y ambientales, no ha sido fomentada, existe una enorme superficie de bosques seminaturales, bosques con mezclas de especies nativas y exóticas, que ha sido desarrollada principalmente por pequeños y medianos propietarios forestales.

4.4 BIENESTAR HUMANO

El bienestar humano, que es el fin último de la recuperación de los bosques degradados, depende fundamentalmente del bienestar material, la salud, las buenas relaciones sociales, la seguridad y la libertad. Todos estos factores se ven afectados por cambios en los bienes y servicios que prestan los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En este contexto cabe mencionar, que los bienes y servicios que prestan los ecosistemas forestales contribuyen de forma significativa al empleo y a la actividad económica de un país y que por lo tanto, la degradación de los bosques implica la pérdida de muchos de estos bienes y servicios, lo que se traduce en la pérdida del capital natural. El problema es que estas pérdidas no aparecen bien reflejadas en los indicadores económicos de bienestar habituales como el Producto Interno Bruto (PIB) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Por el contrario, la utilización irracional de los bosques y la consiguiente mayor producción de madera podría incluso incrementar el PIB.

A pesar de esto, la sociedad está cada vez más consciente que la degradación de los bosques causa un daño significativo al bienestar humano. Se sabe, que cuando la oferta de bienes y servicios de un ecosistema es superior a la demanda, un aumento de la oferta tiende a mejorar el bienestar humano sólo de forma marginal. Por el contrario, cuando la oferta de bienes y servicios es limitada, una pequeña reducción puede hacer disminuir significativamente el bienestar humano. Esto se traduce en un consenso sobre la necesidad de realizar esfuerzos para recuperar los ecosistemas degradados, no solamente con fines ambientales, sino que también con fines económicos. El bienestar humano se ve fortalecido a largo plazo al maximizar las condiciones ambientales y económicas (Figura 4a).

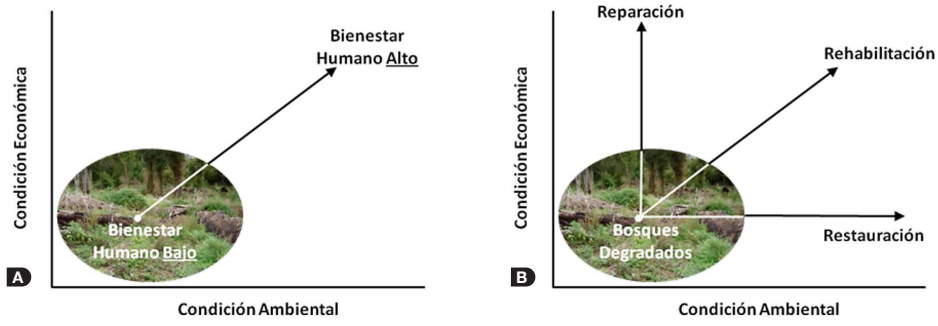

Figura 4. El Bienestar Humano en función de condiciones económicas y ambientales y su relación la reparación, restauración y rehabilitación.

La reparación, que se centra en la recuperación de la biomasa y productividad, conlleva principalmente a mejoras económicas. La restauración, que se focaliza en la recuperación de la diversidad biológica original, tiene mayores beneficios ambientales. Por lo tanto, ninguna de estas opciones, a pesar de ser muy válidas y ser implementadas en todo el mundo, maximiza el bienestar humano. En caso de la reparación, los beneficios ambientales son limitados, y en caso de la restauración, los beneficios económicos son limitados. En este contexto, la rehabilitación surge como una opción muy plausible para recuperar los bosques degradados, ya que fomenta en forma equilibrada mejoras económicas y ambientales. Esto significa, que la rehabilitación se encuentra en el marco teórico de lo que se requiere para maximizar el bienestar humano y por lo tanto, éste se ve más favorecido por la rehabilitación que por la reparación y la restauración (Figura 4b).

En todo caso, la elección de las opciones de recuperación de bosques debería estar acorde con la planificación del territorio. En este contexto, la participación de la sociedad civil es imprescindible y no debería ocurrir que intereses particulares de empresas privadas u organismos no gubernamentales definan el paisaje forestal. Además, se corre un alto riesgo de fracaso en caso de no considerar la opinión de la comunidad. La recuperación de bosques es un proceso de largo plazo, por lo que el éxito depende de la implementación de medidas de consenso. Los científicos y técnicos debiesen aportar la mayor cantidad de información posible sobre las ventajas y desventajas de optar por una u otra opción de recuperación de bosques, pero la decisión definitiva la debiese tomar la sociedad (Lackey, 2004).

5. Conclusiones

Países en vías de desarrollo, como Chile, tienen el desafío de crecer económicamente sin degradar aún más sus recursos naturales. Es más, se deben realizar esfuerzos para recuperar aquellos recursos naturales que fueron degradados, con el propósito de incrementar la oferta de bienes y servicios para la sociedad, y así mejorar el bienestar humano.

En relación con la recuperación de los bosques es importante tener presente que existen tres opciones: la reparación, la restauración y la rehabilitación. Estos tres enfoques recuperan la productividad y biomasa, pero difieren en el énfasis de la recuperación de la diversidad biológica original. La reparación se focaliza en aspectos económicos, la restauración en aspectos ambientales y la rehabilitación en un equilibrio entre lo económico y ambiental. Debido a esto se puede considerar que la rehabilitación promueve de mejor manera el bienestar humano. En todo caso, las tres opciones son válidas y han sido implementadas en Chile, sobre todo la reparación. En Chile existen actualmente 2,1 millones de hectáreas de plantaciones forestales, siendo la mayor parte de esta superficie establecida con apoyo estatal a través del D.L. 701 que se promulgó en 1974. Por otra parte, la recientemente promulgada Ley de Bosque Nativo fomentará la recuperación, conservación y manejo de este recurso natural a través de subsidios. Este cuerpo legal reconoce que existen bosques nativos degradados, pero tiende a fomentar la restauración y en ningún caso bosques seminaturales.

A pesar que en Chile la rehabilitación es una opción de recuperación de bosques poco analizada y no fomentada, existen bosques seminaturales que han sido establecidos principalmente por pequeños y medianos propietarios forestales. El propósito ha sido recuperar parte de la diversidad biológica nativa, en el marco de una iniciativa que tiene que ser económicamente viable. Estos propietarios consideran que la recuperación de los ecosistemas forestales originales no es una opción viable, pero sí la provisión de bienes madereros y no madereros, así como la de muchos servicios ecosistémicos.

Los primeros años de implementación de la Ley de Bosque Nativo pondrán de manifiesto que existen situaciones de degradación que este cuerpo legal no abordará, por lo que los propietarios tenderán a buscar otras opciones para recuperar la productividad de sus bosques. Con el propósito que en estas situaciones no se establezcan solamente plantaciones con especies exóticas y se pierda la aún existente diversidad biológica nativa, es importante que se reconozca y fomente la rehabilitación y la formación de bosques seminaturales como una opción de recuperación de bosques degradados.

6. Resumen

En Chile, la utilización histórica de los bosques nativos no se ha diferenciado de la tendencia mundial: han sido sometidos a un uso destructivo. No obstante, actualmente la sociedad chilena está más consciente de la necesidad de conservar y manejar sustentablemente los bosques. Un claro efecto de lo anterior, es que Chile es uno de los pocos países en vías de desarrollo que se destaca por haber reducido drásticamente la deforestación de bosque nativo. En el marco de un mundo globalizado, esto es relevante e importante de reconocer. Sin embargo, gran parte de los bosques nativos remanentes de este proceso de explotación, 13,6 millones de hectáreas, se encuentran en diferentes estados de degradación. El reconocimiento de esta situación por parte de la sociedad chilena, llevó a que en el año 1992 se iniciase la tramitación de la ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, que fue promulgada finalmente en julio de 2008. El mismo título de esta emblemática ley reconoce implícitamente que el bosque nativo se encuentra degradado, ya que postula que debe ser recuperado. Lo anterior no causa mayores problemas y es considerado un consenso. Sin embargo, en nuestro país recién estamos iniciando el proceso de recuperación de nuestros bosques degradados, por lo que en el corto plazo surgirán una serie de interrogantes que podrían causar desacuerdos.

Las interrogantes que surgirán tienen relación con la definición de bosque degradado o niveles de degradación, así como también sobre las opciones de recuperación. A pesar que el término “degradación” se encuentra definido conceptualmente, en la práctica, la degradación es muy subjetiva; existen percepciones muy diferentes sobre lo que es un bosque o un paisaje forestal degradado. La experiencia indica que para algunos un bosque será degradado y para otros no. Incluso, cuando existe un cierto consenso sobre la degradación, no siempre se estará de acuerdo sobre las opciones de recuperación del bosque degradado. En este sentido, se deberá definir para que tipos de bosques y para qué nivel de degradación de bosques, se fomentará la restauración, la rehabilitación o la reparación. Estas tres opciones de recuperación de bosques degradados tienen como objetivo recuperar la biomasa y la productividad; sin embargo, difieren en el énfasis de

la recuperación de la diversidad biológica original. Los diversos procesos y organizaciones internacionales han manifestado, en términos conceptuales, que las alternativas de solución para revertir la degradación de los bosques deben regirse bajo el esquema conceptual de la sustentabilidad. Esto implica que se deben considerar aspectos ambientales, económicos y sociales. Así mismo, se considera que es necesario enfrentar la degradación de diferentes maneras y a diferente escala. Las intervenciones a nivel de sitio son importantes, pero tienen que estar acorde con una planificación efectiva a nivel de paisaje. Esto significa, que las opciones de recuperación deben ser definidas en el marco de un proceso participativo, en vista que el tiempo y los costos involucrados no son menores y por tanto, deben ser apoyados por instrumentos de política estatales.

7. Bibliografía

Altamirano, A., Echeverria, C. y Lara, A. 2007. Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetacional de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* del centro-sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. Vol.80 (1): 27-42.

Armenteras, D. Gast, F. y Villareal, H. 2003. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. Biological Conservation. Vol.113 (2): 245 - 256.

Bustamante, R. y Grez, A. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. Ambiente y Desarrollo. 11: 58-63.

Burschel, P. y Huss, J. 1997. Grundriss des Waldbaus. Parey Studientexte 49. Berlin. 487 p.

CBD/UNEP. 2000. Forest Biodiversity Definitions: Indicative definitions taken from the Report of the ad hoc technical expert group on forest biological diversity. Convention on Biological Diversity (CBD) y United Nations Environment Programme (UNEP). http://www.cbd.int/programmes/areas/forest/definitions.aspx

CONAF-CONAMA. 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile. 90 p.

CASEN, 2004. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional. MIDEPLAN.

Cornejo, J. 2003. La invasión de las plantaciones forestales en Chile. Documento de trabajo. Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales. 12 p.

Davis, M. y Slobodkin, L. 2004. Restoration ecology: the challenge of social values and expectations. Frontiers in Ecology and the Environment. Ecological Society of America.

Vol. 2: 43-44

Díaz, M. 2002. Empresas Forestales y comunidades mapuche: ideas para una política de apoyo al desarrollo rural. En: Díaz, M. y Peña, A. (eds). Árboles, Recursos Naturales y Comunidades Indígenas en Chile (Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile. pp. 10-17.

Dale, V. y Pearson, S. 1997. Quantifying habitat fragmentation due to land-use change in Amazonia. En: Laurance, W. y Bierregaard, R. (eds). Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA. p. 400-410.

Del Fierro, P. 2004. Análisis de factores económicos, sociales y ambientales que influyen en la certificación del manejo forestal sustentable en Chile. Proyecto Tesis Magíster Gestión y Planificación Ambiental U. de Chile. Santiago, Chile. 20 p.

Del Fierro, P. y Diaz, M. 2005. Plantaciones forestales, certificación y comunidades mapuche en Chile. Taller Regional: Revisando la Experiencia de Certificación Forestal en América Latina: Propuestas de Mociones para la Asamblea 2005 del FSC. 6 p.

Dobson, A., Bradshaw, A. y Baker, A. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. Science 277: 515-522.

Echeverría, C., Coomes, D., Salas, J., Rey-benayas, J., Lara, A. y Newton, A. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. Biological Conservation. 130: 481-494.

Evans, J. 1998. The suitability of wood production in plantation forestry. Unasylva. Vol. 49, No. 192. pp. 47-52

Evans, J. 1996. The sustainability of wood production from plantations: evidence over three successive rotations in the Usutu Forest, Swazilandia. Commonwealth For. Rev. 75 (3): 234-239.

FAO. 2005. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 351 p.

Fredriksson, G. 2003. General comments on forest legislation in european countries with economies in transition. En: Le Master, D., Herbst, P. y Schmithüsen, F. (eds.). Experiences with New Forest and Environmental Laws in European Countries with Economies in Transition. Forstwissenschaftliche Beiträge der Professur Forstpolitik und Forstökonomie, Nr. 29. ISSN 1420-1143. ETH, Zürich. 187 p.

Halvorson, W. 2004. Restoration ecology: the challenge of social values and expectations. Frontiers in Ecology and the Environment. Ecological Society of America. Vol. 2: 45-46

Harris, J., Hobbs, R., Higgs, E. y Aronson, J. 2006. Ecological Restoration and Global Climate Change. Restoration Ecology, Vol. 14, No. 2: 170-176.

Hobbs, R. 2004. Restoration ecology: the challenge of social values and expectations. Frontiers in Ecology and the Environment. Ecological Society of America. Vol. 2: 43-44

INFOR. 2004. Caracterización productiva de los recursos forestales nativos de las regiones IX y X. Informe de avance. Proyecto FDI-CORFO. Programa de Inventario Continuo de los recursos comprendidos en los ecosistemas forestales nativos. Informe final. 421 p.

Lackey, R. 2004. Restoration ecology: the challenge of social values and expectations. Frontiers in Ecology and the Environment. Ecological Society of America. Vol. 2: 45-46

Lamb, D. y Gilmour, D. 2003. Rehabilitation and Restoration of Degraded Forests. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland. 110 p.

Lara, A., Donoso, C. y Aravena, J. 1996. La conservación del bosque nativo en Chile: problemas y desafíos. En: Armesto, J y Arroyo, M. (eds). Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 335-362.

Lara, A., Araya, A., Capella, J., Fierro, M. y Cavieres, A. 1989. Evaluación de la destrucción y disponibilidad de los recursos forestales nativos en la VII y VIII Región. Informe Técnico, Comité Prodefensa Fauna y Flora, Santiago, Chile. 22 p.

Lara, A. y Veblen, T. 1993. Forest plantations in Chile: a successful model? En: Mather, A. (ed) Afforestation policies, planning and progress. Belhaven Press. London, United Kingdom. pp. 118-139.

Lazdinis, M., Tõnisson, K., Silamikele, I. y Carver, A. 2003. Innovative use of forest policy instruments in countries with economies in transition: experience of the Baltic States. En: Le Master, D., Herbst, P. y Schmithüsen, F. (eds.). Experiences with New Forest and Environmental Laws in European Countries with Economies in Transition. Forstwissenschaftliche Beiträge der Professur Forstpolitik und Forstökonomie, Nr. 29. ISSN 1420-1143. ETH, Zürich. 187 p.

Lockwood, J. y Pimm, S. 1999. What does restoration succeed? En: Weiher, E. y Keddy, P. (eds.). Ecological Assembly Rules: Perspectives, Advances and Retreats. Cambridge, UK. Cambridge University Press. pp. 363-392

Maginnis, S. y Jackson, W. 2005. En qué consiste la restauración del paisaje forestal y cómo se diferencia de los métodos actuales. En “Restaurando el paisaje forestal”. Serie Técnica N° 23 de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales. pp. 15-27.

Machín de Oñoro, T. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple. 179 p.

Merlo, M. y Paveri, M. 1997. A Focus on the Policy Tools. En: Formation and Implementation of Forest Policies. FAO, Roma. pp 207-229.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being. World Resources Institute. 155 p.

Mujica, R. 2004. La necesidad de una política forestal explícita para los bosques nativos. En Acta: Seminario IUFRO: Raulí, riqueza de los bosque templados: silvicultura, genética e industria. Valdivia, Chile. 13 p.

Noss, R. 2000. High-risk ecosystems as foci for considering biodiversity and ecological integrity in ecological risk assessments. Environmental Science and Policy. 3: 321-332.

OIMT. 2002: Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. Serie de políticas forestales N° 13 de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales. 88 p.

Olivares, P. 1999. Sustitución de bosque nativo por otros usos del suelo en dos sectores de la precordillera andina de la VII Región, entre los años 1987 y 1996. Tesis de grado Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 81 p.

Otero, L., Contreras, A. y Barrales, L. 1994. Efectos ambientales del reemplazo de bosque nativo por plantaciones (estudio en cuatro microcuencas en la provincia de Valdivia). Ciencia e Investigación Forestal. 8: 253-276.

PAF-CHILE. 1994. Plan de Acción Forestal para Chile: Memoria mesa redonda internacional. FAO, Santiago de Chile. 63 p.

Sabogal, C. 2005. Estrategias de rehabilitación de tierras forestales degradadas a nivel de sitio. En "Restaurando el paisaje forestal". Serie Técnica N° 23 de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales. pp. 15-27.

Pérez, C. 2000. Impacto de las plantaciones forestales en Uruguay. Revista Biodiversidad. (25-26): 7-15

Raven, P., Berg, L. y Johnson, G. 1998. Environment. 2nd ed. Saunders College Publishing, Fort Worth, Texas.

Saunders, D., Hobbs, R. y Margules, C. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation Biology. 5: 18-32.

Schmithüsen, F. 2000. The Expanding Framework of Law and Public Policies Governing Sustainable Uses and Management in European Forests. En: Schmithüsen, F., Herbst, P. y Le Master, D. (eds.). Forging a New Framework for Sustainable Forestry: Recent Developments in European Forest Law. IUFRO World Series, Vol. 10; Vienna Austria: IUFRO Secretariat. pp. 1-27.

Skole, D. y Tucker, C. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1978 to 1988. Science. 260: 1905-1910.

Sutton, R. 1999. The policy process: an overview. Overseas Development Institute, ODA, Working Paper 118. Chameleon Press, London. 35 p.

Van Dam, C. 2006. Empresas forestales y comunidades rurales en el centro-sur de Chile: Externalidades sociales de un modelo 'exitoso'. Debate Agrario: análisis y alternativas. (40/41): 225-243

Vitousek, P., Mooney, H., Lubchenco, J. y Melillo, J. 1997. Human domination of Earth´s ecosystems. Science. 277:494-499