



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-586

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Aplicabilidad de La Ley N° 20.283 Sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal en iniciativas con fines de conservación y preservación, en las regiones Centro Sur de Chile.

TROPPIA TAPIA, C.¹ y MARTÍNEZ ZÚÑIGA, L.²

¹ Profesional Departamento de Bosque Nativo (CONAF), Ingeniero en Recursos Naturales (Universidad de la Frontera), MSc (c) Public Policy (U. Chicago) /Mag. Políticas Públicas (Universidad de Chile).

² Profesional Departamento de Bosque Nativo (CONAF), Ingeniero Forestal (Universidad de Chile),

Resumen

Al preservar los bosques nativos, los propietarios de las tierras renuncian a los beneficios que podrían obtener de otros usos del suelo más rentables. Sin embargo, en la práctica, los beneficios económicos no son los únicos elementos que guían dicha decisión. En este contexto, se calculó el valor potencial del suelo forestal (VPS), para analizar la decisión del propietario de preservación o conservación del bosque nativo de una situación con y sin subsidio. El objetivo fue evaluar la aplicabilidad de los instrumentos para fines de preservación contenidos en la Ley N° 20.283 en las Regiones centro sur del país. Los resultados de evaluación indican que preservar o conservar el bosque no corresponde a actividades rentables, comparado con actividades alternativas, como plantaciones y agricultura. Al incorporar los servicios ambientales del bosque nativo, la renta social del bosque muestra una mayor competitividad del bosque respecto de otros usos, lo cual sugiere que las políticas actuales tienen que orientarse hacia un diseño de esquemas de compensación a los propietarios por los servicios ambientales provistos por el bosque nativo.

Palabras clave

Preservación, bosque nativo, política forestal, propietarios, pago por servicios ambientales, beneficios económicos, rentabilidad social.

1 Introducción

Actualmente solo queda un 25% de la superficie original de bosque nativo en la zona Centro Sur de Chile (Lara et al. 2012). La deforestación y degradación de los bosques nativos de Chile comprende un proceso continuo que se inicia con la colonización española (Elizalde 1958, Hartwig 1999), en donde la habilitación agrícola de tierras no aptas para la agricultura en los sectores con altas pendientes, en la Cordillera de la Costa y Precordillera Andina, la aplicación de prácticas agrícolas inadecuadas y el sobrepastoreo significó que extensas áreas sufrieran un rápido proceso de erosión y degradación de los suelos (Millán y Carrasco 1993, CONAMA 1998). Elizalde (1958) estimó la superficie erosionada en 19 millones de hectáreas. Más tarde, a principio de los '70 estudios realizados por CIREN/CORFO y la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile, estimaban que un 60% del territorio nacional sufría algún grado de erosión (CIREN-CORFO 1973). En un intento por revertir dicha situación y tratar de recuperar la capacidad productiva de los suelos de Chile, se promulgó el año 1974 la Ley de Fomento Forestal (DL 701), destinada a incentivar la forestación de terrenos de aptitud preferentemente forestal, desprovistos de cubierta arbórea. Al promulgar la ley, el gobierno vio también una oportunidad para reactivar la alicaída economía a nivel local y el empleo rural. El DL 701 contenía un subsidio que cubría el 75% de los costos de forestación. Además, otorgó exenciones tributarias y una serie de regulaciones relativas al manejo de los bosques naturales y plantaciones forestales. Otro de los incentivos contenidos en la ley era el Artículo 5, donde se establecía una prohibición de expropiar cualquier terreno participante del programa de forestación.

Aunque el programa fue diseñado para reforestar tierras degradadas de aptitud forestal, existe evidencia que una porción importante de las plantaciones también fue realizada por sustitución directa de bosque nativo y matorral degradado (Meneses, 1999, Aguayo et al. 2009, Echeverría et al.

2006, Altamirano et al. 2010, Lara et al. 2010). Por ejemplo, Lara et al. (1995) encontraron que al menos unas 200.000 hectáreas de bosque nativo se habrían convertido a plantaciones exóticas en el período 1974-1992. Por otro lado, Echeverría et al. (2006), usando imágenes satelitales reportan tasas de sustitución de bosque nativo de hasta 27%, en el periodo de 1975-2000, con una tasa anual de deforestación de un 4,5% en el periodo de estudio. Esta, habría sido especialmente importante en la Cordillera de la Costa y Centro-Sur de Chile (Oyarzun et al. 2005).

Una de las principales razones de la deforestación en Chile en las últimas décadas es el hecho que la sociedad no ha sido capaz de reconocer explícitamente los beneficios de los bosques a través de la respectiva provisión de bienes y servicios ambientales y productos forestales no madereros. En un intento por regular las actividades productivas y asegurar la conservación y preservación del bosque nativo, se presentó un proyecto de Ley de Bosque Nativo en 1992, que contenía las bases para la regulación de la producción de bosque nativo. Paralelamente, se trabajaba en la Ley de Bases de Medio Ambiente que fuera promulgada en 1994. A pesar de los esfuerzos por generar un instrumento legal, el proyecto se mantuvo en discusión por 16 años en el Congreso, una de las discusiones más dilatadas de la historia legislativa chilena.

Es así que en el 2008, se promulga La Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal (CONAF 2008), incluye 3 modalidades básicas de incentivos económicos para el bosque nativo (Art. 22°, Ley de Bosque Nativo): a) Actividades que favorezcan la regeneración, recuperación o protección de formaciones xerofíticas de alto valor ecológico o de bosques nativos de preservación; b) actividades silviculturales dirigidas a la obtención de productos no madereros y, c) actividades silviculturales destinadas a manejar y recuperar bosques nativos para fines de producción maderera. En todas ellas se reconoce implícitamente la función de los bosques nativos como productores de bienes y servicios ambientales o ecosistémicos. Entre los servicios se incluye la regulación y provisión de agua en calidad y cantidad, la captura de Carbono, la conservación de suelos y de la diversidad biológica, y las oportunidades para el turismo y la recreación (Lara et al. 2002).

El problema es que la mayoría de los servicios ambientales del bosque nativo han sido valorados sólo desde el punto de vista privado, atribuyéndole sólo el valor de comercialización de los productos forestales que se obtendrían de su corta, sin considerar el bienestar social que aportan algunas de sus características (Jiles 1992), lo que provoca períodos más cortos de vida de los árboles, estimulando una cosecha prematura respecto del momento en que sería socialmente óptimo (Hartman 1976). Lo anterior se debe a que la mayoría de los bienes del bosque tienen un componente de bien público. Son muy pocos los bienes del bosque cuyo componente privado es tan importante que permite la posibilidad de un precio de mercado. El componente de bien público y la falta de una señal de precio de mercado impiden que ellos se tomen en cuenta al momento de tomar decisiones sobre el bosque. En general, los tomadores de decisión fallan en considerarlos al decidir el uso y manejo del territorio, cuencas hidrográficas y los bosques (Constanza et al. 1997, Nahuelhual et al. 2007). Lo anterior suena controversial cuando se considera el hecho que existen estudios a nivel mundial, como el de Constanza et al. (1997) donde estimaron una provisión de 33 billones de dólares anuales proveniente de los bienes y servicios ambientales, frente a los 18 billones de dólares en los que se estimaba el Producto Nacional Global del planeta en términos económicos tradicionales.

El reconocimiento por parte del Estado, que los bosques nativos constituyen, directa o indirectamente, importantes productores de servicios ecosistémicos para población humana (Constanza et al. 1997, Lara et al. 2010), proporciona una oportunidad para la preservación y recuperación del bosque nativo.

Las bonificaciones y subsidios al bosque se presentan, en teoría, como mecanismos eficientes para corregir la diferencia entre el valor social y privado de los bosques naturales (Figueroa 1992). Sin

embargo, los montos involucrados no parecen cubrir en su totalidad dicha diferencia, y no comprenden una cantidad suficiente para que los propietarios puedan cambiar su decisión de uso del suelo. Al no ser capaz de provocar ningún cambio en la decisión del agente, el instrumento económico se hace inefectivo. En el caso de la Ley de Bosque Nativo se considera un pago único máximo de 5 UTM por hectárea. El hecho de ser un pago único convierte al instrumento en ineficiente desde el punto de vista económico (Niklitschek y Bobenrieth 1992). Dado que el monto bonificado no es proporcional a la provisión de servicios ambientales que provee el bosque nativo subsidiado.

Los bienes y servicios del bosque comprenden un flujo de bienes naturales que proporcionan beneficios financieros, ecológicos y culturales a toda la sociedad (Binning et al. 1989) y no representan solo un stock que produce servicios ambientales por única vez. Una interpretación para el pago único contenido en la ley de bosque nativo, es que el monto máximo de 5 UTM por hectárea correspondiera al valor presente de flujos netos futuros de bienes y servicios ambientales del bosque. Este puede ser convertido en una cuota multiplicanda por la tasa de interés. Todo parece indicar que este valor subvalora los beneficios sociales que se obtienen del bosque nativo. Si la sociedad chilena no está dispuesta a pagar el monto correspondiente por los servicios ambientales del bosque, entonces debería darle la libertad al propietario para buscar cualquier otro uso alternativo más rentable. Esta opción traería consecuencias ambientales que afectarían negativamente a la sociedad.

En este contexto, cabe preguntarnos si los incentivos económicos contenidos en la Ley de Bosque Nativo son suficientes para cambiar la decisión de los propietarios sobre el uso de sus bosques. En términos prácticos: ¿Son los incentivos de la Ley de BN, de 5 unidades tributarias por hectárea, suficientes para financiar las actividades de preservación? O, ¿son suficientes estos incentivos para rentabilizar una actividad económica que desde el punto de vista privado es ya precariamente rentable?, si a simple vista, las actividades de recuperación y restauración de bosques con fines de preservación (Numeral a., Art. 22, Ley de Bosque Nativo) no parecen ser actividades rentables desde el punto de vista privado, todo parece indicar que 5 UTM por hectáreas no va a revertir la situación. En un estudio reciente, se encontró que la Ley de Bosque Nativo tiene una precaria aplicabilidad en comunidades Mapuche de la comuna de Nueva Imperial (Levil 2010). Esto puede deberse no solo a la condición de comunidades Mapuche sino a aspectos específicos del instrumento de política. Asimismo, en debates realizados durante la evaluación del proyecto ley de Bosque Nativo, se establece que los mecanismos de incentivos deben financiar las actividades de manejo que sean “socialmente rentables”, lo que implica que todos los proyectos, para aprovechar los incentivos, deberán incluir en su análisis de costo-beneficio, los valores de uso indirecto y de no-uso del bosque nativo, lo que implica un reconocimiento del bosque como ecosistema (Espinoza 2002).

La evaluación de la factibilidad económica de los proyectos de recuperación y restauración de bosque nativo con objetivos de preservación pueden evaluarse realizando un simple análisis de costo-beneficio privado. El valor potencial del suelo (VPS) o fórmula de Faustmann (Faustmann 1849) comprende una herramienta útil para entender las decisiones del propietario. El VPS permite evaluar el costo de oportunidad de la preservación del bosque o de su transformación, según sea la productividad, estabilidad y grado de formación del suelo (Paredes 1995). En el contexto de un instrumento de política que incluye subsidios o bonificaciones, el valor del subsidio se puede considerar como la valorización que hace la sociedad por los servicios ambientales y demás amenidades ambientales provistas por el bosque.

2 Objetivos

El objetivo de este estudio es evaluar la aplicabilidad de los instrumentos para la preservación contenidos en la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, en las Regiones del Maule, Biobío y Araucanía.

Los objetivos específicos son: 1) evaluar la factibilidad económica de proyectos de preservación de bosque nativo y 2) evaluar la factibilidad financiera de proyectos de preservación de bosque nativo, ambos enmarcado dentro de la Ley de Bosque Nativo para situaciones típicas de Chile.

3 Método

3.1 Caracterización área de estudio

El área de estudio corresponde a las Regiones del Maule, Biobío y la Araucanía, ubicadas en el centro sur de Chile (Figura 1). Los paisajes de estas regiones, se distinguen por dos características fundamentales: su clima mediterráneo y un relieve accidentado (Fuentes 1994). El clima mediterráneo, influenciado principalmente por factores como las corrientes atmosféricas y oceánicas, la latitud y la altitud (INE 2010). El paisaje está definido por la Cordillera de la Costa, Valle Central, Cordillera de los Andes y Planicie Litoral, que determinan diferencias micro-climático y características de sitio, cuyos elementos del clima varían tanto en sentido transversal como longitudinal.

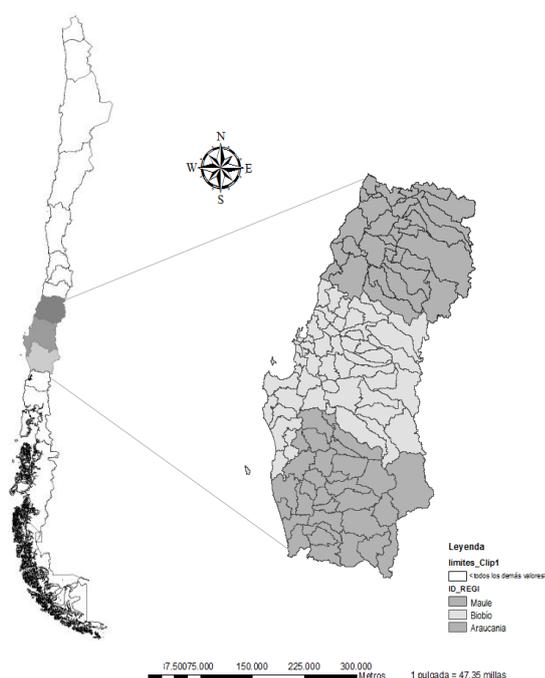


Figura 1. Mapa con identificación de las Regiones estudiadas sobre la aplicabilidad de la Ley de Bosque Nativo y Fomento Forestal.

Fuente: Biblioteca Nacional De Chile.

En el gradiente Oeste-Este, las precipitaciones disminuyen hacia la Depresión Intermedia debido al efecto de sombra de lluvia causado por la Cordillera de la Costa, y vuelven a aumentar al aproximarse a la Cordillera de Los Andes (Miller 1976).

Según la actualización del Catastro y Monitoreo de Bosque Nativo 1997-2011 (CONAF 2011), el área de estudio alcanza una superficie total de 9,9 millones de hectáreas (13,1% del total nacional), en donde el Maule posee 3,03 millones de hectáreas; Biobío, 3,7 millones de hectáreas y, la Araucanía 3,1 millones de hectáreas. El bosque nativo alcanza un total de 2,09 millones de hectáreas (un 15,23% del total nacional), de los cuales las Regiones del Maule, Biobío y La Araucanía presentan 384.714 ha (2,8%), 768.554 ha (5,6%) y 937.312 ha (6,83%), respectivamente.

Tabla 1. Superficie regional (ha) por categoría de uso de la tierra al año de actualización 2011 en las regiones estudiadas.

| Región | Usos actuales en hectáreas | | | | | | |
|-----------|----------------------------|------------|--------------------|---------------|----------------|---------|-----------|
| | Agrícola | Plantación | Pradera y matorral | Bosque nativo | Sin vegetación | Otros | Total |
| Maule | 667.538 | 627.113 | 746.443 | 384.714 | 488.877 | 120.587 | 3.035.272 |
| Biobío | 829.507 | 1.284.428 | 498.496 | 768.554 | 132.518 | 192.499 | 3.706.002 |
| Araucanía | 815.602 | 601.141 | 611.687 | 937.312 | 78.047 | 127.154 | 3.170.943 |
| Total | 2.312.647 | 2.512.682 | 1.856.626 | 2.090.580 | 699.442 | 440.240 | 9.912.217 |
| % | 23,33 | 25,35 | 18,73 | 21,09 | 7,06 | 4,44 | 100 |

Fuente: Catastro Vegetacional de Actualización y Monitoreo 1997-2011, CONAF (2011)

La superficie de bosque nativo es clasificada en doce tipos forestales, en donde los principales corresponden al tipo forestal Araucaria con un 96,2%, Roble-Hualo con un 85,3%, Roble-Raulí-Coigüe con un 74,46% de la superficie nacional, por nombrar algunos. Con respecto a la estructura de los bosques, corresponde a renovales, alcanzando un 21% de esta estructura a nivel nacional y un 64% de los bosques de las Regiones estudiadas.

Con respecto a las características de suelo, por su geografía accidentada, el área de estudio no dispone de una gran cantidad de recursos de suelo de alta productividad. Los suelos planos y bien evolucionados se sitúan en el Valle Central y en algunos valles aluviales transversales, donde están sometidos a un intenso uso productivo. No obstante esto, los suelos más frágiles corresponden a los de la inclinada topografía costera, los que, por su buen clima, vienen siendo cultivados desde el siglo pasado con consecuencias en muchos casos catastróficas. Las regiones estudiadas presentan una gran superficie con grado de erosión grave, lo cual se debe principalmente: Agricultura en suelos no aptos para la agricultura, y malas técnicas de cultivos agrícolas.

En este contexto y debido al conjunto de características climáticas y de sitio, hacen que estas regiones se caractericen por una gran diversidad, riqueza y endemismo, destacando la gran cantidad de especies en peligro de conservación (CONAMA 1998), convirtiendo a estos ecosistemas como una de las 25 áreas prioritarias de biodiversidad claves en el mundo¹. En la Región del Maule y el Biobío, la disminución de áreas clave de diversidad florística ha sido particularmente severa en la Cordillera de la Costa (WRI 2002). A pesar de esto, la representatividad en el Sistema de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), ésta no es proporcional en las Regiones del Maule y Biobío, protegiendo solo un 1,5y 3,2% de la superficie nacional, convirtiéndose en las más bajas superficies protegidas en el país, después de la Región de O'Higgins.

¹Las áreas prioritarias son aquellas que contienen al menos 1.500 especies de plantas vasculares endémicas (>0,5% del total mundial) y que han perdido al menos un 70% de su hábitat original (Gil et al. 1999).

A pesar de lo anterior, las presiones por el uso del suelo de estas regiones, provocan una especie de efecto dominó que comienza con la pérdida y degradación de la vegetación, lo cual reduce la infiltración del agua proveniente de las precipitaciones y la regulación de la escorrentía, y que a su vez genera un aumento de la erosión del suelo y un impacto negativo en la recarga de agua subterránea (Conacher y Sala 1998, Millenium Ecosystem Assessment 2005). Además, la cobertura vegetal está altamente correlacionada con el balance hídrico y la regulación climática regional (Feddema et al. 2005; Foley et al. 2005). Cambios en el uso de la tierra y las alteraciones resultantes en sus características superficiales y en los procesos bio-geofísicos influyen las condiciones meteorológicas y el clima más rápidamente que el ciclo del carbón (Bonan 2008, Pielke 2005). De esta forma, las decisiones sobre el uso de la tierra tienen consecuencias gravitantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, afectando la provisión de bienes y servicios ecosistémicos (Turner et al. 2007). Así, la degradación continua de la cobertura vegetal podría tener un impacto significativo sobre el bienestar de la población de estas regiones (Schulz et al. 2010).

3.2 Metodología

En el análisis, se asume que un propietario típico elige aquella alternativa económica de la tierra que genera el mayor nivel de beneficios netos esperados. Sin embargo, en la práctica, los beneficios económicos no son los únicos elementos que guían dicha decisión. Esto se comprueba al evaluar el uso actual del suelo, en dos predios colindantes de similares características: En un predio se desarrolla una actividad que genera altos ingresos económicos, y en el otro, la tierra está abandonada por sus dueños, perdiendo la oportunidad de obtener los mismos ingresos que el vecino (Vega y Vega 1999). En estricto rigor, el uso del suelo está determinado por el costo de oportunidad de la actividad que se dejara de realizar. Pero, dicha decisión también puede estar determinada por otras variables no tan obvias del punto de vista económico. Por ejemplo, uno de los costos de oportunidad de cambiar el uso de la tierra desde bosque nativo a plantaciones o cultivos agrícolas es que el propietario no podrá apreciar las amenidades que solo se pueden obtener del bosque nativo, como la belleza escénica o la presencia de aves y animales silvestres.

Por lo tanto, cuando se analiza el costo de oportunidad de un uso más rentable, se debe tomar en consideración otras variables que no necesariamente poseen un valor monetario. El costo de oportunidad estará determinado por dos componentes: a) La rentabilidad del uso alternativo más rentable y b) las amenidades ambientales provistas por dicho uso alternativo.

La rentabilidad económica está determinada por la productividad y características de sitio, condiciones de mercado y, la regulación de la actividad; mientras que la provisión de amenidades ambientales, como bienes públicos, depende de las características del uso del suelo combinado con las características de sitio. Dentro de los indicadores de la calidad de sitio, se encuentra la clase de uso de suelo, adoptado del sistema de clasificación de suelos americano, con clases desde I a VIII, donde las clases I a IV corresponden a suelos agrícolas, y la clase VII representa a suelos de aptitud preferentemente forestal (Stolpe 2002). En cuanto a las condiciones de mercado, las señales de precio y el grado de apertura de los mercados son los principales factores. Por otro lado, desde el punto de vista institucional, un sistema de derechos de propiedad es determinante de las decisiones sobre el uso de la tierra (Paredes 1995).

Cuando no hay una definición precisa de los derechos de propiedad, se crean las condiciones para la utilización irracional y excesiva de los recursos naturales. Una vez superado el problema de los derechos de propiedad, las intervenciones del Estado para corregir distorsiones de mercado. Por ejemplo, la implementación de subsidios puede influir en las decisiones de los propietarios (González 2010). En general, las variables de regulación están dadas por el marco legal y jurídico que establecen las normas (Tabla 2).

Tabla 2. Marco Legal Forestal, que regula el bosque nativo Chileno.

| |
|--|
| <p>1. Disposiciones Constitucionales: Las normas de la Constitución Política involucradas en la regulación de los bosques nativos del país son las siguientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación del artículo 19, N° 8. • El derecho a desarrollar cualquier actividad económica artículo 19, N° 21. • El derecho de propiedad artículo 19, N° 24. |
| <p>2. Disposiciones legales nacionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ley de Bosques, D.S. N° 4.363 de 1931. • Decreto Ley N° 701 de 1974. Sobre el fomento forestal. • Reglamento Técnico del D.L. 701 de 1974. • D.S. N° 490 de 1977. Declara monumento natural a la especie Alerce. • Ley N° 18.362 de 1984. Crea un Sistema Nacional de Aéreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). • D.S. N° 43 de 1990. Declara monumento natural a la especie Araucaria. • Ley N° 19.300 de 1994. Sobre bases generales del medio ambiente y su reglamento. • Ley N° 20.283 de 2008. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. |
| <p>3. Disposiciones legales internacionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • D.S. N° 531 de 1967. Convención de Washington. • D.S. N° 141 de 1975. CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre). • D.S. N° 1.963 de 1995. Convenio sobre la Diversidad Biológica |

Fuente: Aller (2010)

3.2.1 Evaluación económica de las propuestas de preservación del bosque nativo.

Para evaluar la deseabilidad o factibilidad económica de un proyecto de preservación de bosque nativo, distinguimos 2 análisis: El análisis privado y análisis social. En el caso del análisis privado, se propone evaluar desde el punto de vista del tomador de decisiones (propietario) el valor neto presente del flujo de beneficios y costos privados futuros esperados, descontados por una tasa de descuento privada. Si los beneficios netos actualizados son mayores que cero entonces la iniciativa es deseable desde el punto de vista del propietario.

Para replicar el comportamiento de los propietarios se utilizó un simple modelo de renta de la tierra, donde los propietarios eligen el uso del suelo más rentable. El propietario elige la alternativa que le entregue la mayor renta del suelo, en términos de retornos anuales equivalentes (\$/ha/año). La renta forestal se determina como el costo de oportunidad del valor del bosque (VB). Expresada en \$/ha/año como:

$$R^{BN} = i * VB \text{ (BN)}$$

Dónde:

R^{BN} = Renta del bosque nativo (\$/ha/año)

i = Tasa de descuento

En el cálculo se considera el valor del bosque que incluye el valor del bosque en pie y el valor potencial del suelo (Chang 1981) calculado en base al costo de oportunidad de dejar un volumen en

pie que permita la regeneración natural del bosque nativo. En el caso de bosque nativo se habla de valor del bosque (VB), cuyo valor se descompone en valor del vuelo (VV) más el valor del suelo (VPS), como:

$$VB (BN) = VV+VPS$$

es decir,

$$VB = P*S + \left[\frac{P(t)*Q(t)-P*G}{(1+i)^T-1} \right] - P*G \cdot \frac{a}{i}$$

Dónde:

$$VB = P*S + \left[\frac{P(t)*Q(t)-P*G}{(1+i)^T-1} \right] - P*G \cdot \frac{a}{i}$$

Dónde:

VB= Valor del Bosque (\$/ha)

VV= P*S =Valor del Vuelo (\$/ha)

$$VPS = \left[\frac{P(t)*Q(t)-P*G}{(1+i)^T-1} \right] - P*G \cdot \frac{a}{i} = \text{Valor potencial del suelo} \left(\frac{\$}{\text{ha}} \right)$$

S= Total de existencia de bienes y servicios en el año t

G = stock de crecimiento

Q (t) = función de producción forestal para un esquema de manejo determinado

P = vector de precios

i= Tasa de descuento de un 6%

En términos del modelo de decisión, se asume que un propietario que intenta maximizar la renta del suelo usando el valor neto presente (VNP) a perpetuidad del flujo de beneficios y costos de cada uso alternativo. El uso del suelo elegido por el propietario será aquel que provea una mayor renta. Las decisiones de uso se consideran como decisiones de inversión. De acuerdo a Haltia 1995 y Kaipi 1996, la rentabilidad proyectada, los riesgos, los costos de oportunidad de la tierra en otros usos y la disponibilidad de financiamiento son los factores más importantes que afectan la decisión de inversión. Uno factor crítico en este análisis es la determinación de la tasa de descuento, que representa el costo de oportunidad del capital empleado. Según Fraser (1995), dos formas comunes de interpretarlo es por medio del costo de pedir dinero prestado y el rendimiento de las inversiones alternativas. En este caso, se asume la tasa de descuento esperada si el dinero se invirtiera en otro proyecto.

3.2.1.1 Estimación de costos de proyectos de restauración o recuperación de bosque nativo

Considerando la superficie ocupada por cada uno de los tipos forestales en la zona de estudio, se determinó que el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe es el tipo forestal más interesante para analizar, dado que alcanza una superficie total de 1.093.382 ha, representando un 74,5% de la superficie de este tipo forestal a nivel nacional y un 52,3% de la superficie del área de estudio.

Características Bosques tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe. La presencia o ausencia del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe está dada por: i) La topografía (exposición y altitud), ii) la dinámica (son especies pioneras y según las estaciones forestales consideradas la dinámica evoluciona hacia una estructura clímax de *Nothofagus* o una presencia de tolerantes que quizás terminará en un cambio de asociaciones) y iii) la presencia humana: se traduce en el floreo que dejó en pie casi únicamente a individuos de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. Sobremaduros (Coigüe) y puso en marcha de nuevo una fase de colonización y el pastoreo que parece ser más dañino para la regeneración de *Nothofagus alpina* (P. et E.) Oerst. (Raulí) que la de Coigüe (INFOR 2002).

En los bosques degradados del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue, compuesto por árboles remanentes y un sotobosque integrado por especies del género *Chusquea* y otras sin valor comercial actual, en general no se encuentra regeneración de las especies deseadas. En bosques de estas características, sería recomendable la plantación de *N. alpina* y *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. (Roble) según la combinación deseada, o del desarrollo de la especie. Pero por otro lado, estudios realizados por ecólogos forestales sobre la dinámica de bosque en Chile, y otros países (Oliver y Larson 1990), demuestran que el bosque es un mosaico de estados sucesionales, con áreas de activa regeneración, áreas más viejas y estados intermedios, coexistiendo en un mismo tiempo. La distribución de las especies en este mosaico forma "parches". Los mecanismos de regeneración del bosque deben considerar la capacidad de las especies de dispersarse, germinar y establecerse en los distintos tipos de parches. Algunos bosques, representan realmente etapas intermedias del desarrollo del bosque, en el cual los individuos emergentes (que se elevan sobre el dosel arbóreo) son los pioneros de crecimiento rápido. Bajo el dosel de estos bosques se encuentra abundante regeneración de otras especies de árboles tolerantes a la sombra (Armesto y Figueroa 1987). Hay que tener presente que el ciclo completo de recambio de un bosque (es decir, el tiempo en que todos los individuos han sido reemplazados) puede tardar más de 200 años. Cuando las perturbaciones exógenas, debido a procesos ajenos al bosque, como vulcanismo, tienen una frecuencia menor a este lapso, los bosques se mantienen en etapas tempranas del ciclo (Veblen 1985).

La plantación debe considerar 1.600 plantas por hectárea si no se regeneran naturalmente las especies tolerantes, se debería iniciar a una edad cercana a los 30 años su reposición (Grosse y Quiroz 1998). Grosse et al. (1988), recomienda la técnica de repoblación artificial para el género *Nothofagus*, para las siguientes situaciones:

- a) Forestación de bosques degradados en sectores que fueron sometidos a tala rasa, quema y ganadería extensiva que actualmente se encuentren cubiertos por *Chusquea quila* (Mol.) Kunth y arbustos
- b) Enriquecimiento en bosques con baja presencia de *Nothofagus* con dominio de especies arbóreas tolerantes, por encontrarse semi-explotados y carentes de regeneración deseada.

Actividades bonificables consideradas: A partir de información secundaria se describen las actividades bonificables para el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe establecidas en la tabla de valores del año 2014, para el literal A correspondiente a bosques de preservación de la Ley 20.283. Un propietario con estas características de bosque puede acceder a realizar dos tipos de manejo:

Siembra directa² y Enriquecimiento ecológico³ con especies nativas de bosque nativo. Para cada uno de esquemas se definen sub-actividades que conforman la estructura de costos por actividad.

3.2.1.2 Renta de uso de suelo

La renta por calidad del suelo, según Niklitschek y Bobenrieth (1992), considera un modelo “Ricardiano” de rentas de la tierra, que es función de la calidad del suelo (q). Donde la clase de uso I corresponde a las tierras más fértiles, y la clase de uso VIII es infértil. El modelo asume lo siguiente:

- Que en las tierras de mejor calidad la renta agrícola es superior a la renta de plantaciones forestales, y a su vez, la renta de plantaciones es superior a la renta del bosque nativo
- El uso agrícola es propio de las clases I, II, III y IV, el forestal de las clases V, VI, y VII donde las clases VI y VII son de aptitud forestal y por lo tanto se concentran las plantaciones exóticas y el bosque nativo se concentra en VII y VIII para una unidad homogénea de suelo, en el año t.
- En tierras de aptitud forestal, la renta de plantaciones es mayor a la de agricultura y bosque nativo.
- El propietario, cada año toma la decisión de asignación de uso del suelo, en cada caso asigna el uso del suelo más rentable.

El cálculo de la renta máxima del suelo considera los costos de conversión del suelo desde un uso a otro, y el valor de los servicios ambientales del bosque; sin embargo, estas últimas son difíciles de observar, aunque sean determinantes en la decisión del propietario.

Para el cálculo de rentas se consideran supuestos sobre las diferencias de productividad debido a una serie de factores como sigue:

Exposición y pendiente: Los valores de la exposición, se obtuvieron asumiendo una dependencia del crecimiento de las plantas respecto de su orientación en las laderas con respecto al sol, asumiendo un menor rendimiento en la ladera Sur y mayor en la ladera norte⁴. Los valores se detallan en Tabla 3

Tabla 3. Factores de Corrección de la Productividad según Exposición el Terreno

| Exposición (X) | Factor (Y) |
|---------------------|------------|
| Sur | 0,85 |
| Sur Oeste; Sur este | 0,90 |
| Este | 0,95 |
| Plano | 1,00 |
| Noroeste, Noreste | 1,05 |
| Norte | 1,10 |

Fuente: elaboración propia

- Para uso agrícola y ganadero, se asume que a medida que aumenta la pendiente se asume menor productividad del suelo. La pérdida de productividad se debe a la erosión y a los mayores costos de operación (maquinaria, manejo y cosecha).

² Actividad destinada a establecer plantas de especies autóctonas mediante la incorporación al terreno de semillas o propágulos de árboles, arbustos o suculentas provenientes del mismo rodal o sector, o de poblaciones más próximas al área a manejar. La superficie mínima a sembrar será del 20% del rodal para los tipos forestales Esclerófilo, Roble Hualo, Lengua, Coigüe de Magallanes y Ciprés de la Cordillera; y del 30% para los tipos forestales Roble- Raulí -Coigüe, Coigüe- Raulí -Tepa, Siempreverde y Ciprés de las Guaitecas.

³ Actividad que consiste en la incorporación de plántulas de especies nativas o autóctonas a un predio. Las plantas a incorporar de las especies a establecer, deben provenir de semillas o propágulos de las poblaciones silvestres más próximas al área a manejar.

⁴Las pendientes con exposición Norte reciben mayor cantidad de luz que las de exposición Sur; en estas últimas, gran parte de la luz recibida es difusa. (Donoso, 1994). Esto implica que en la exposición Norte el rendimiento sea mayor.

- b) Para el uso forestal se asume la misma relación inversa entre pendiente y productividad. Sin embargo, el factor se asume distinto en bosques (Y2) comparado con agricultura y ganadería (Y1), dado que el bosque protege el suelo de la erosión. Los costos de operación aumentan con la pendiente. Los factores de corrección se detallan en Tabla 4.

Tabla 4. Factor corrección pendiente

| Pendiente (x) | Factor (Y1) | Factor (Y2) |
|---------------|-------------|-------------|
| 45-60 | 0,8 | 1,0 |
| 30-45 | 0,9 | 1,1 |
| 15-30 | 1,0 | 1,2 |

Fuente: elaboración propia.

3.2.1.3 Rentabilidad de usos alternativos.

Para comparar los usos alternativos, se compara con esquemas de Plantaciones y Agricultura. Para el primer caso se utilizó los esquemas de manejo propuestos por el Sistema de Gestión Forestal (INFOR 2008), adaptado a la situación estudiada. Mientras que para agricultura se utilizaran flujos de caja e información disponible en ODEPA.

Las actividades a realizar son las contenidas en la tabla de valores del año 2014. Como referencia para la estimación de costos, se utiliza la tabla de costos del DL 701, la tabla costos asociada a la tabla de valores de la ley de bosque nativo, precios publicados en boletines de INFOR y consulta a expertos. Los bienes y servicios ecosistémicos contemplados en el flujo de caja corresponden a producción hídrica (\$/m³/ha)⁵ y mantención de la fertilidad del suelo (\$/ton/ha)⁶, fijación de carbono (\$ton/ha/año)⁷, diversidad biológica, recreación y productos forestales no maderables. Solo son considerados estos, debido a que tienen un valor de mercado cuantificable, avalado por una amplia revisión bibliográfica.

Para las estimaciones se utilizaron los siguientes supuestos: i) A la rentabilidad privada, se le incorporó el flujo de bienes y servicios ambientales, corregido por el factor de calidad de uso de suelo para cada una de las regiones, ii) el caso de abandono también se puede considerar una proporción de estos servicios, solo por el hecho de tener el bosque sin intervención, dado que una de las decisiones de manejo es dejar el bosque sin tocarlo (es decir, el abandono se puede convertir en una alternativa de manejo de preservación y por lo tanto con derecho a recibir algún tipo de incentivo por los servicios ambientales. En el análisis se supone un 50% del flujo de bienes y servicios provisto en bosque nativo de preservación, sumando dicha cantidad, iii) consideramos que al deforestar, las externalidades negativas de la alternativa agrícola implican un costo de oportunidad en términos de los servicios ambientales que ahora no se reciben, entonces a la renta agrícola hay que restarle el flujo de bienes y servicios por calidad de uso de suelo y iv) en el caso uso plantaciones se consideró el mismo criterio que para uso agrícola.

⁵ Valor de referencia en estudio Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica (Oyarzun et al. 2005).

⁶ Nahuelhual et al. (2007) estimaron el valor del mantenimiento de la fertilidad del suelo en bosques de *Nothofagus* de la Cordillera de Nahuelbuta a través del método de costo de reemplazo. Este método generó el valor de tal beneficio a través de la estimación del costo de reemplazo de los nutrientes que se pierden cuando los bosques son sustituidos por uso agrícola (K, N, P y Ca).

⁷ Se considera una tasa de fijación de 2,5 MgC ha⁻¹ año⁻¹ y el precio estimado para el servicio de fijación neta de carbono corresponde a US\$154 MgC, considerado como el costo marginal social estimado para la mitigación de cambio climático. El costo marginal social de mitigación corresponde al costo que la sociedad tiene para mitigar una unidad adicional de CO₂ que va a la atmósfera (FAO, 2009).

3.2.1.4 Calculo de costos de oportunidad de preservación.

Una vez calculadas las rentas de los usos alternativos, se procedió a calcular el costo de oportunidad por clase de uso de suelo para la alternativa de preservación de bosque nativo

4 Resultados

Basado en los supuestos pre-establecidos para el esquema de manejo tipo, se calculó la renta del suelo con y sin bonificaciones forestales provenientes de la Ley de Bosque Nativo, pero como se trata de un proyecto de preservación, no se puede determinar la rentabilidad por que la extracción para fines comerciales no está permitido, entonces se consideró el valor de la madera en pie, los productos forestales no madereros y algunos servicios ambientales. Mientras que el valor del bosque está dado por la existencia de un volumen posible de cosechar en la actualidad y por el precio de venta de este volumen, y es por ello que se consideran la existencia de productos forestales no madereros y algunos servicios ambientales, tales como: producción de agua, captura de carbono, mantención de fertilidad del suelo, biodiversidad, recreación y productos forestales no madereros (Tabla 5).

Tabla 5. Valores de bienes y servicios utilizados para la estimación

| Bienes y servicios | \$/ha/año |
|--|-----------|
| Producción de agua ⁽¹⁾ | 71.175 |
| Mantención de la fertilidad del suelo ⁽²⁾ | 14.722 |
| Fijación de carbono ⁽³⁾ | 24.000 |
| Productos forestales no maderables ⁽⁴⁾ | 45.500 |
| Biodiversidad ⁽⁵⁾ | 120.000 |
| Oportunidad de recreación ⁽⁶⁾ | 53.250 |

Fuente: Recopilación de diversas fuentes. (1) Nahuelhual et al. (2005), (2) Mancilla (1995), (3) funciones de cálculo para CER, estimando la fijación a través de funciones alométricas RORACO (CONAF, 2012)⁸. (4) Tacón et al. (2000), (5) Lira y Estay (2000), (6) Nahuelhual et al. (2007).

La Tabla 6 muestra los resultados promedio de rentabilidad privada (\$/ha/año) para las tres regiones, que indican rentabilidades negativas para todas las situaciones, siendo más negativo en el esquema de enriquecimiento ecológico (esquema 2) que en el de siembra directa (esquema 1) con especies de bosque nativo para todas las regiones. La diferencia entre con bonificación y sin bonificación, corresponde a una diferencia de un 10,5% en Esquema 1 y de un 9,4% para el esquema 2 (Tabla 6)

Tabla 6. Rentabilidad privada (\$/ha/año) del bosque nativo de preservación (tasa=6%; t=40)

| Región | Rentabilidad privada (\$/ha/año) | | | | | |
|--------|----------------------------------|------------------|----------------|--------------------------------------|------------------|----------------|
| | Esquema 1: Siembra directa | | | Esquema 2: Enriquecimiento ecológico | | |
| | Con bonificación | Sin bonificación | Diferencia (%) | Con bonificación | Sin bonificación | Diferencia (%) |
| Maule | -81.631 | -92.620 | 11,9 | -93.390 | -104.378 | 10,5 |
| Biobío | -99.855 | -110.843 | 9,9 | -110.658 | -121.646 | 9,0 |

| | | | | | | |
|-----------|----------|----------|------|----------|----------|-----|
| Araucanía | -102.511 | -113.499 | 9,7 | -113.314 | -124.302 | 8,8 |
| Promedio | -94.666 | -105.654 | 10,5 | -105.787 | -116.775 | 9,4 |

Fuente: Elaboración propia, a partir de las estimaciones propuestas.

Los resultados demuestran que cualquier proyecto de restauración o recuperación de bosque nativo, no tiene ninguna posibilidad de hacerse viable económicamente dado que el Valor potencial del suelo tiende a ser negativo por los ciclos de corta muy largos, la tasa de descuento muy alta (costo de oportunidad de la inversión) y los bajos rendimientos o crecimientos de los tipos forestales. En donde las 5 unidades tributarias mensual pagadas solo una vez, no significan un incentivo para los propietarios forestales.

La rentabilidad de los usos alternativos por región, se presentan en las Tablas 7, 8 y 9. La segunda columna corresponde a la renta de bosque nativo que contempla valores de Productos forestales no madereros, con una rotación de 40 años a una tasa de 6% ; la tercera columna la renta de bosque nativo abandonado, es decir, solo incluye el costo de administración. La cuarta columna incluye la renta anual equivalente esperada de plantaciones forestales, donde para las clases de uso VI-VII-VIII, se considera Eucaliptus nitens (Deane et Maiden) (INFOR 2002), rotación de 12 años, a una tasa de descuento del 6%. En la última columna, se presenta la renta agrícola, en donde se considera producción de trigo, dado que en 2012 mostró una mayor superficie sembrada y producción, alcanzando un 74% de la superficie agrícola en estas regiones (ODEPA. 2013). Para el cálculo se consideraron rendimientos y precios por Región, según los datos históricos de ODEPA, y una tasa de descuento de 6%.

Tabla 7. Rentabilidad privada (\$/ha/año) por uso de suelo, Región del Maule

| Clase de uso de suelo | Rentabilidad (\$/ha/año) por uso de suelo | | | |
|-----------------------|---|--------------------------|--------------------|------------|
| | Bosques nativos | Bosque nativo abandonado | Plantación exótica | Agrícola |
| I | -97.852 | -35.000 | 214.686 | 466.065 |
| II | -98.230 | -35.000 | 211.383 | 403.923 |
| III | -98.608 | -35.000 | 204.777 | 310.710 |
| IV | -98.759 | -35.000 | 191.566 | 248.568 |
| V | -95.314 | -35.000 | 165.143 | 0 |
| VI | -99.515 | -35.000 | 132.114 | -310.710 |
| VII | -99.667 | -35.000 | 66.057 | -932.130 |
| VIII | -100.045 | -35.000 | -99.086 | -1.553.550 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Rentabilidad privada (\$/ha/año) por uso de suelo, Región del Biobío

| Clase de uso de suelo | Rentabilidad (\$/ha/año) por uso de suelo | | | |
|-----------------------|---|--------------------------|--------------------|------------|
| | Bosques nativos | Bosque nativo abandonado | Plantación exótica | Agrícola |
| I | -115.120 | -35.000 | 251.106 | 527.199 |
| II | -115.498 | -35.000 | 247.243 | 456.906 |
| III | -115.876 | -35.000 | 239.516 | 351.466 |
| IV | -116.027 | -35.000 | 224.064 | 281.173 |
| V | -116.405 | -35.000 | 193.158 | 0 |
| VI | -116.783 | -35.000 | 154.527 | -351.466 |
| VII | -116.934 | -35.000 | 77.263 | -1.054.398 |
| VIII | -117.312 | -35.000 | -115.895 | -1.757.330 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Rentabilidad privada (\$/ha/año) por uso de suelo, Región de La Araucanía

| Clase de uso de suelo | Rentabilidad (\$/ha/año) por uso de suelo | | | |
|-----------------------|---|--------------------------|--------------------|------------|
| | Bosques nativos | Bosque nativo abandonado | Plantación exótica | Agrícola |
| I | -117.776 | -35.000 | 289.836 | 496.632 |
| II | -118.154 | -35.000 | 285.377 | 430.414 |
| III | -118.532 | -35.000 | 276.459 | 331.088 |
| IV | -118.683 | -35.000 | 258.623 | 264.870 |
| V | -119.061 | -35.000 | 222.951 | 0 |
| VI | -119.439 | -35.000 | 178.361 | -331.088 |
| VII | -119.590 | -35.000 | 89.180 | -993.264 |
| VIII | -119.968 | -35.000 | -133.770 | -1.655.440 |

Fuente: Elaboración propia

Basado en los resultados (Tabla 7) de la Región del Maule, un propietario con bosque nativo de preservación, podría obtener entre \$466.065 (clase I) y \$248.568 (clase IV) \$/ha/año si decidiera dedicar la tierra a uso agrícola, y entre \$214.686 y \$191.566 \$/ha/año, respectivamente, si tuviese plantaciones forestales. Sin embargo, si preservar el bosque espera obtener pérdidas anuales entre \$97.852 y \$98.759 \$/ha/año, respectivamente. En la Región del Biobío (Tabla 8) un propietario en las mismas condiciones podría obtener entre \$527.199 (clase I) y \$281.173 (clase IV) (\$/ha/año) si decidiera dedicar la tierra a uso agrícola, y entre \$251.106 y \$224.064 \$/ha/año, respectivamente, si tuviese plantaciones forestales. Sin embargo, si preservar el bosque espera obtener pérdidas anuales entre \$115.120 y \$116.027 \$/ha/año, respectivamente. Y para la Región de la Araucanía (Tabla 9), un propietario en las mismas condiciones podría obtener entre \$486.632 (clase I) y \$264.870 (clase IV) (\$/ha/año) si decidiera dedicar la tierra a uso agrícola, y entre \$289.836 y \$258.623 \$/ha/año, respectivamente, si tuviese plantaciones forestales. Sin embargo, si preservar el bosque espera obtener pérdidas anuales entre \$117.776 y \$118.683 \$/ha/año, respectivamente.

Dado que la rentabilidad de la tierra decrece con la calidad, la renta agrícola se hace negativa en los suelos que no son de aptitud agrícola, indicando un incentivo a abandonar la alternativa en esas clases de uso. Esto explica el abandono histórico de tierras a partir de la clase de uso V para las tres regiones, incluso en clases de uso IV, donde dependiendo la situación, la rentabilidad relativa de la agricultura puede ser superada por otros usos como las plantaciones forestales. En el caso de las plantaciones forestales, la rentabilidad esperada en suelos de clase VIII sería negativa, debido a los bajos rendimientos y altos costos de habilitación de la tierra. La renta al ser negativa no representa una alternativa viable económicamente para el bosque nativo.

En todas las clases de uso, existe un incentivo perverso para deforestar el bosque por parte del propietario, limpiar, rozar y establecer un uso alternativo más rentable. Esto puede explicar por qué se observa degradación del bosque y deforestación en forma permanente. En el caso de los pequeños propietarios, el control es más costoso por parte de CONAF, y la presión que tienen los propietarios por obtener renta de la tierra para subsistir los fuerza a acudir al bosque. En el caso que el propietario no esté dispuesto a asumir el riesgo de ser sorprendido infringiendo la ley, a lo más, elegirá no hacer nada (abandono), lo cual solo exige asumir un costo de administración del bosque, y a la vez promete la obtención de algunas amenidades ambientales. La alternativa de participar en el programa de preservación, y en consecuencia, adquirir también ciertos compromisos no presenta, al menos desde el punto de vista de racionalidad económica, ningún incentivo para participar.

Para determinar el costo de oportunidad de uso de los suelos en el área de estudio se consideraron dos escenarios:(a) Reconversión y (b) Estado actual. El primero trata de responder a la pregunta: ¿cuál es el costo incurrido en recuperar las áreas en conflicto a su aptitud forestal original? El segundo contempla el costo necesario para que las áreas boscosas actuales no se cambien al “mejor uso alternativo”, considerando únicamente el aspecto económico. La suma de estos dos valores representa el costo de oportunidad total del bosque de preservación, el cual se considera proveedor del servicio ambiental, es decir que la diferencia de rentas determina el costo de oportunidad esperado para la preservación de bosque nativo. Las tablas 10, 11 y 12 presentan los resultados por Región:

Tabla 10. Costo oportunidad a partir de bosque de preservación a plantación exótica, agricultura y abandono de bosque nativo, por clase de uso de suelo, Región del Maule

| Clase de uso de suelo | Costo oportunidad (\$/ha/año) | | |
|-----------------------|-------------------------------|----------|----------|
| | Plantación exótica | Agrícola | Abandono |
| I | 312.538 | 563.917 | 62.852 |
| II | 309.613 | 502.153 | 63.230 |
| III | 303.386 | 409.318 | 63.608 |
| IV | 290.325 | 347.327 | 63.759 |
| V | 260.457 | 95.314 | 60.314 |
| VI | 231.630 | 99.515 | 64.515 |
| VII | 165.724 | 99.667 | 64.667 |
| VIII | 100.045 | 100.045 | 65.045 |

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Costo oportunidad a partir de bosque de preservación a plantación exótica, agricultura y abandono de bosque nativo, por clase de uso de suelo, Región del Biobío

| Clase de uso de suelo | Costo oportunidad (\$/ha/año) | | |
|-----------------------|-------------------------------|----------|----------|
| | Plantación exótica | Agrícola | Abandono |
| I | 366.226 | 642.319 | 80.120 |
| II | 362.741 | 572.404 | 80.498 |
| III | 355.392 | 467.342 | 80.876 |
| IV | 340.091 | 397.200 | 81.027 |
| V | 309.564 | 116.405 | 81.405 |
| VI | 271.310 | 116.783 | 81.783 |
| VII | 194.198 | 116.934 | 81.934 |
| VIII | 117.312 | 117.312 | 82.312 |

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Costo oportunidad a partir de bosque de preservación a plantación exótica, agricultura y abandono de bosque nativo, por clase de uso de suelo, Región de la Araucanía

| Clase de uso de suelo | Costo oportunidad (\$/ha/año) | | |
|-----------------------|-------------------------------|----------|----------|
| | Plantación exótica | Agrícola | Abandono |
| I | 407.612 | 614.408 | 82.776 |
| II | 403.531 | 548.568 | 83.154 |
| III | 394.991 | 449.620 | 83.532 |
| IV | 377.306 | 383.553 | 83.683 |
| V | 342.012 | 119.061 | 84.061 |
| VI | 297.800 | 119.439 | 84.439 |
| VII | 208.771 | 119.590 | 84.590 |
| VIII | 119.968 | 119.968 | 84.968 |

Fuente: elaboración propia

De acuerdo al análisis privado de rentas esperadas, en todos los casos, el valor comercial del suelo debería tender a cero, es decir, el propietario que asume la preservación de su bosque, por medio de su participación en el programa, enfrenta un incentivo perverso al menos abandonar el bosque nativo. Esto implica en la práctica, un abandono de los compromisos adquiridos con el programa de preservación asumiendo riesgos de recibir el incentivo para no cumplir luego.

Al incorporar el valor social de cada alternativa, se obtuvo las respectivas rentas sociales que muestran un cambio radical en la rentabilidad relativa de los bosques de preservación, incluso para el caso de bosques abandonados (Tablas 13, 14 y 15). En este último uso se estimaron los valores manteniendo un 50% de los bienes y servicios ambientales que en el bosque de preservación (con manejo).

Tabla 13. Rentabilidad social (\$/ha/año), Región del Maule

| Clase de uso de suelo | Rentabilidad (\$/ha/año) por uso de suelo | | | |
|-----------------------|---|--------------------------|--------------------|------------|
| | Bosques nativos | Bosque nativo abandonado | Plantación exótica | Agrícola |
| I | 230.795 | 129.324 | -113.961 | 137.418 |
| II | 189.336 | 108.783 | -76.183 | 116.357 |
| III | 147.877 | 88.243 | -41.708 | 64.225 |
| IV | 131.294 | 80.026 | -38.487 | 18.515 |
| V | 93.658 | 59.486 | -23.829 | -188.972 |
| VI | 48.376 | 38.946 | -15.777 | -458.601 |
| VII | 31.792 | 30.729 | -65.402 | -1.063.589 |
| VIII | 25.159 | 10.189 | -189.464 | -1.643.928 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Rentabilidad social (\$/ha/año), Región del Biobío

| Clase de uso de suelo | Rentabilidad (\$/ha/año) por uso de suelo | | | |
|-----------------------|---|--------------------------|--------------------|------------|
| | Bosques nativos | Bosque nativo abandonado | Plantación exótica | Agrícola |
| I | 213.527 | 129.324 | -77.541 | 198.552 |
| II | 172.068 | 108.783 | -40.323 | 169.340 |
| III | 130.609 | 88.243 | -6.969 | 104.981 |
| IV | 114.026 | 80.026 | -5.989 | 51.120 |
| V | 72.567 | 59.486 | 4.186 | -188.972 |
| VI | 31.108 | 38.946 | 6.636 | -499.357 |
| VII | 14.525 | 30.729 | -54.195 | -1.185.857 |
| VIII | 7.891 | 10.189 | -206.273 | -1.847.708 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Rentabilidad social (\$/ha/año), Región de La Araucanía

| Clase de uso de suelo | Rentabilidad (\$/ha/año) por uso de suelo | | | |
|-----------------------|---|--------------------------|--------------------|------------|
| | Bosques nativos | Bosque nativo abandonado | Plantación exótica | Agrícola |
| I | 210.871 | 129.324 | -38.811 | 167.985 |
| II | 169.412 | 108.783 | -2.189 | 142.848 |
| III | 127.953 | 88.243 | 29.974 | 84.603 |
| IV | 111.370 | 80.026 | 28.570 | 34.818 |
| V | 69.911 | 59.486 | 33.979 | -188.972 |
| VI | 28.452 | 38.946 | 30.469 | -478.979 |
| VII | 11.869 | 30.729 | -42.278 | -1.124.723 |
| VIII | 5.235 | 10.189 | -224.148 | -1.745.818 |

Fuente: Elaboración propia

Si se analiza la diferencia entre los resultados de valoración social y privada, debiera ser entonces una que aumente el valor de las formaciones boscosas nativas de los tipos, de las conformaciones de especies y de edades, y en las legalizaciones geográficas y topográficas, que maximicen la suma de los beneficios privados y sociales derivados de todas ellas. Asimismo, debiera aumentar el valor de los bosques naturales frente a los bosques exóticos, y de los suelos dedicados a los bosques nativos frente a sus posibles usos alternativos, en la magnitud de los mayores beneficios sociales que provean los primeros respecto de los segundos, para permitir una correcta asignación de los recursos forestales y los suelos del país.

De acuerdo a los resultados presentados, el análisis desde el punto de vista normativo muestra que al incorporar el valor de algunos de los servicios ambientales más importantes al análisis de factibilidad económica, el bosque nativo de preservación presenta la rentabilidad social en todas las clases de uso de la tierra, la cual decrece con la calidad de uso de suelo, debido a que los valores están corregidos por un factor de productividad, en donde el flujo de bienes y servicios decrece según la calidad del suelo, basados en supuestos, que además consideran costos de restauración y/o recuperación de bosque nativo. Un caso interesante es observar los resultados de bosques abandonados con una rentabilidad positiva en todos los casos estudiados. En el caso de suelos agrícolas, las rentabilidades siguen siendo positivas a pesar que se les resto el flujo de bienes y servicios provistos por el bosque nativo, a partir de la clase V la rentabilidad es negativa. Para plantaciones exóticas la rentabilidad social es negativa para todos los usos de suelo en la Región del Maule, mientras que en las Regiones del Biobío y La Araucanía se hace negativa en las clases de uso VII y VIII.

De esta forma si analizamos un ejemplo puede ser el aproximar el valor de un área prioritaria de conservación a través de los ingresos dejados de percibir por actividades agrícolas o plantación exótica, considerado como la rentabilidad del propietario. En este caso, según Pearce y Moran (2000), el costo de oportunidad es una estimación del costo de la preservación, asumido por el propietario, es decir que se puede considerar que el costo oportunidad a aceptar por parte de los productores forestales; de otra forma nada asegura que en el mediano y largo plazos el uso del suelo pase de forestal a otros usos más rentables, como la agricultura o la ganadería.

Por otro lado, si se consideran el flujo de bienes y servicios que son utilizados en forma directa por el propietario, pero en general es aprovechado por la sociedad en su conjunto, se puede plantear que es el valor social que la sociedad debe pagar. Considerando que al deforestar y cambiar a otro uso de suelo, se pierden muchas de las amenidades ambientales provistas por el bosque nativo (costo oportunidad), la Tabla 16 muestra los costos oportunidad de cambio de uso (deforestación), según la productividad del suelo

Tabla 16. Costo oportunidad para los bienes y servicios considerados para cada uno de los usos de suelo

| Bienes y servicios ambientales | Clases de uso de suelo | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Fertilidad del suelo | 14.722 | 12.882 | 11.042 | 10.305 | 8.465 | 6.625 | 5.889 | 4.049 |
| Producción de agua | 71.175 | 62.278 | 53.381 | 49.823 | 40.926 | 32.029 | 28.470 | 19.573 |
| Biodiversidad | 120.000 | 105.000 | 90.000 | 84.000 | 69.000 | 54.000 | 48.000 | 33.000 |
| Captura de Carbono | 24.000 | 21.000 | 18.000 | 16.800 | 13.800 | 10.800 | 9.600 | 6.600 |
| Turismo y recreación | 53.250 | 46.594 | 39.938 | 37.275 | 30.619 | 23.963 | 21.300 | 14.644 |
| PFNM | 45.500 | 39.813 | 34.125 | 31.850 | 26.163 | 20.475 | 18.200 | 12.513 |
| Total | 328.647 | 287.566 | 246.485 | 230.053 | 188.972 | 147.891 | 131.459 | 90.378 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 16 muestra el costo de oportunidad que enfrenta la sociedad como consecuencia de la deforestación. Esto implica, que la sociedad valoraría tales amenidades del bosque nativo en

términos monetarios en tales montos. Sin embargo, si el propietario no recibe ninguna compensación económica por su producción, entonces se genera el incentivo perverso a tomar la decisión de deforestar o abandonar el bosque nativo, y tal decisión tendría consecuencias en la producción de dichas amenidades que a sociedad aprovecha en la forma de bienes públicos. Si la sociedad quiere mantener tal producción, entonces estos valores representan lo que la sociedad debe pagar al propietario.

5 Discusión

Las decisiones de uso del suelo dependen en gran parte de la rentabilidad esperada. Este es quizás el principal determinante del uso del suelo en el contexto de la economía rural. La escasa información sobre el beneficio social de las tierras en conservación y la naturaleza de bien público de dichos beneficios, genera fallas de mercado, donde se privilegia los usos del suelo menos amigables para medio ambiente. La falta de incentivos económicos para preservación, hace que sea difícil aplicar los esquemas de manejo forestal (propuestos), sobre todo en las comunidades pobres que dependen de la explotación de los recursos para su sustento. En las regiones bajo estudio, este hecho gana aún más relevancia dado que al menos un 30% de población es pobre o indigente. Este hecho limita la capacidad de los propietarios para apreciar el valor social del bosque, dadas sus necesidades urgentes e inmediatas. En la práctica, el enfoque actual de comando y control prohíbe actividades esenciales para sustentar su modo de vida, lo cual los empuja hacia patrones ilegales de supervivencia.

Otra complicación asociada a la producción de servicios ambientales radica en el sistema de derechos de propiedad sobre ellos. Por su naturaleza de bienes públicos es difícil fomentar su producción. La falta de reconocimiento por parte de la sociedad del valor de los servicios ambientales del bosque se ve reflejada en la falta de instrumentos de política que incluyan pagos compensatorios a los propietarios. Es decir, si los costos de preservación, mantenimiento y restauración de los ecosistemas no se transfieren a la sociedad en forma de pagos compensatorios a los propietarios, no hay manera que la conservación y preservación pueda llegar a ser una actividad deseable desde el punto de vista de los propietarios de bosque nativo.

Si analizamos los resultados el actual esquema de bonificaciones de la Ley 20.283 para el literal A de bosques de preservación, que corresponde a un único pago de 5 UTM por hectárea, en el periodo 2010-2013, solo se han pagado 18 bonos, por un monto de 540 UTM y 70,18 hectáreas, lo cual es equivalente a un 0,012% de la superficie legal de preservación (CONAF 2014). Adicionalmente si observamos los resultados de rentabilidad privada, el incentivo no es capaz de internalizar los bienes y servicios ambientales provistos por el bosque nativo, debido a que solo hace que la renta sea un poco menos negativa, lo que entrega algunas luces del interés de los propietarios por participar en el actual programa de incentivos.

El aumento de requisitos, el aumento de controles, y más castigos no han logrado frenar las prácticas insostenibles que degradan los bosques de preservación en Chile, en donde los incentivos aplicados solo han tenido un enfoque coercitivo, no resultando efectivos para controlar las externalidades negativas causadas por las prácticas agropecuarias inadecuadas, especialmente en zonas de laderas. Las iniciativas en línea con prohibición y regulación no han logrado sacar a los propietarios de la pobreza, pero si han aparentemente creado incentivos perversos la tala ilegal y malas prácticas.

Teniendo en cuenta la condición de mínimo costo para la asignación eficiente del recurso, el valor de PSA estaría en un rango definido por: $PSA = [\text{Min DAA}; \text{Max DAP}]$, donde el límite inferior del pago corresponde al costo de oportunidad de la tierra frente a la alternativa de uso más rentable, y el

límite superior del pago por el contrario, correspondería a la máxima DAP de los beneficiarios de los servicios ambientales (Pagiola 1999, Jaramillo 2004). Por lo tanto, si se deseara reconvertir los suelos que en el presente tienen un uso distinto a su aptitud original convendría pagar, como mínimo, la renta que los productores obtienen el día de hoy, más los costos que implicaría la realización de las actividades, tales como la preparación del suelo, la plantación, el mantenimiento de la reforestación; así como la creación de la infraestructura para la vigilancia de la plantación. En este contexto, la cantidad obtenida por costo oportunidad quisiera convertir las áreas forestales que tienen un uso incorrecto en suelos de clase de uso V, VI, VII para la Región del Maule correspondería a un pago mínimo de \$260.557, \$231.630 y \$165.724 ha año¹. Para las Regiones del Biobío y la Araucanía en las clases de uso VII los valores corresponden a \$194.198 y \$208.771 ha año¹, respectivamente.

Dichos pagos se justificarían por la evaluación de la rentabilidad social, que muestran que en las clases de uso V, VI, VII y VIII la rentabilidad social es mayor para bosques Nativos en las tres regiones estudiadas, comparada con los usos alterativos evaluados. A pesar del alto costo de implementación de planes de manejo de preservación y/o recuperación de bosques nativos, un resultado interesante corresponde a bosques abandonados, en donde la rentabilidad es superior a los bosques de preservación, por lo que es factible cubrir por lo menos los costos de administración y vigilancia de los bosques en esta categoría.

6 Conclusiones

En este estudio analizamos la rentabilidad bosques nativos de preservación. Nuestras estimaciones muestran que los actuales incentivos económicos propuestos en la ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, no genera incentivos suficientes para la restauración y/o recuperación de bosque nativo, en donde el pago único de 5 UTM por hectárea no logra revertir las rentabilidades negativas en todos los esquemas de manejo analizados. La evaluación desde el punto de vista normativo sugiere un cambio rotundo del enfoque de dicho instrumento de política, considerando que la renta social del bosque nativo en todos los casos demuestra ser mayor a la de los usos alternativos. Lo anterior implica la necesidad de un reconocimiento explícito del valor del bosque nativo instrumentalizado por medio de pagos compensatorios a los propietarios.

En el contexto actual de la ley no existen incentivos suficientes para participar en programas de preservación de bosque nativo; sin embargo, la incorporación de compensaciones económicas proporcionales a la producción de servicios ambientales pueden cambiar significativamente esta situación, poniendo incluso al bosque nativo, en muchos casos, como la alternativa privada de uso del suelo más rentable.

La brecha entre los resultados de rentabilidad social y privada, indican la imposibilidad de que los agentes privados perciban los beneficios sociales generados por bosque nativo.

7 Bibliografía

- Aguayo M, Pauchard A, Azócar G y Parra O. 2009. Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX: Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista Chilena de Historia Natural*. 82(3): 361-374.
- Aller, J.M. 2010. Evaluación de la asignación de uso del suelo en un predio de la Comuna de Teodoro Schmidt. Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. 88p.
- Altamirano A y Lara A. 2010. Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile. *Bosque*, 31(1):53-64.

- Altamirano, A., C. Echeverría y A. Lara. 2007. Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetacional de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* (Myrtaceae) del Centro-Sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80:27-42.
- Armesto J., C. Villagrán y C. Donoso. 1994. Desde la era glacial a la industrial: La historia del bosque templado chileno. En *Ambiente y Desarrollo*. 28 p
- Armesto, J.J. y J. Figueroa. 1987. Stand Structure and Dynamics in the Temperate Rain Forests off Chiloé Archipelago, Chile. *Journal of Biogeography* 14:367-376
- Binning, J. F. y G. Barrett. 1989. Validity of personnel decisions: A conceptual analysis of the inferential and evidential bases. *Journal of Applied Psychology* 74:478-494.
- Bonan, G., 2008. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science* 320:1444-1449.
- Chang, J.S. 1981. Determination of the optimal growing stock and cutting cycle for an uneven-aged stand. *Forest Science* 27(4):739-744.
- Conacher, A, y Sala M. 1998. Land degradation in Mediterranean environments of the world: Nature and extent, causes and solutions. Chichester: John Wiley and Sons Ltd. 58 p.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal). 2011. Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Monitoreo de cambios y actualizaciones periodo 1997-2011. Santiago de Chile. Chile. 28 p.
- CONAF-MINIAGRI. 1998. Decreto Ley N° 19.561. Modificaciones al Decreto Ley N° 701. Sobre Fomento Forestal. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile.
- CONAF-MINIAGRI. 1998. Decreto Supremo N° 193. Reglamento general del Decreto Ley N° 701, de 1974. Sobre Fomento Forestal. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile.
- CONAF-MINIAGRI-Ministerio de Hacienda. 2008. Decreto Ley N° 80. Reglamento de la composición, las funciones y la organización del consejo consultivo de la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile.
- CONAF-MINIAGRI-Ministerio de Hacienda. 2008. Decreto Ley N° 88. Fija la Tabla de Valores, en la que se determina el monto máximo de las bonificaciones Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile.
- CONAF-MINIAGRI-Ministerio de Hacienda. 2008. Decreto Ley N° 95. Reglamenta el fondo de conservación, recuperación y manejo sustentable del bosque nativo de la Ley N° 20.283. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile.
- CONAF-MINIAGRI-Ministerio de Hacienda. 2008^a. Ley N° 20.283. Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile. 18 p.
- CONAF-MINIAGRI-Ministerio de Hacienda. 2008b. Decreto Ley N° 93. Reglamento general de la Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile.
- CONAF-MINIAGRI-Ministerio de Hacienda. 2009. Decreto Ley N° 41. Modifica la Tabla de Valores, que determina el monto máximo de las bonificaciones. Diario Oficial de la República de Chile. Santiago, Chile.
- CONAMA (Corporación Nacional de Medio Ambiente). 1998. Una política ambiental para el desarrollo sustentable. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. 64 p.
- Constanza R, Arge R. De Groot, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R, y Paruelo J. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (6630): 253-60.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2014. Estadísticas Forestales. Disponible en: <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/estadisticas-forestales/>
- 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
- Elizalde, R. 1958. La Sobrevivencia en Chile: la conservación de sus recursos naturales renovables. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Producción Agraria y Pesquera, Departamento de Conservación y Administración de Recursos Agrícolas y Forestales. 169 p.
- Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN). 2011. Ministerio de Desarrollo Social.
- Espinoza, M. 2001. Recursos hídricos de la zona fronteriza. Tratamiento del tema de los recursos hídricos compartidos entre Chile y Argentina. Presentado en el III Encuentro de las Aguas: Agua, Vida y Desarrollo, Santiago, Chile, 24 al 26 de octubre de 2001. Disponible en http://www.aguaboliviana.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos_azul/TC-204.htm. Leído el 13 de julio de 2013.
- FAO. 2009. Evolución de la agricultura familiar en Chile en el período 1997 - 2007. Elaborado por Jorge Echenique y Lorena Romero, de la Corporación para el Desarrollo. 29 p.
- Faustmann, M. 1849. Calculation of the value which forest land and immature stands possess for forestry (Republished with permission from Commonwealth Forestry Association. The original article "Berechnung des

- Wertes welchen Waldboden sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen“, was published in *Allgemeine Forst-und Jagd-Zeitung*, vol.15, 1849. The current translation was published in Gane, M. (editor) and Linnard, W. (transl.): “Martin Faustmann and the Evolution of Discounted Cash Flow: Two Articles from the Original German of 1849”. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, Institute paper 42, 1968.). *J. of For. Econ.* 1(1): 7-44, 1995.
- Feddema, J, Oleson, K, Bonan, G, Mearns, L, Buja, L. E y Meehl, G. 2005. The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science* 310, 1674-1678.
- Figueroa, R. 1992. Focalización espacial de los problemas de calidad de vida en la comuna de La Pintana, Región Metropolitana. En *Revista de Geógrafa Norte Grande* N° 19 pp. 69-81.
- Foley J, DeFries R, Asner G, Barford C, Bonan G y Carpenter S. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309, 570-574
- Fraser, T. (1995). An Introduction to Discounted Cash Flow Analysis in Forestry. In D. Hammond (Ed.), *NZIF Forestry Handbook* (3rd ed.). Christchurch, New Zealand: The New Zealand Institute of Forestry
- Fuentes E. 1994. ¿Qué futuro tienen nuestros bosques? Hacia la gestión sustentable del paisaje del centro y sur de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 290 p.
- Garrido H, J Peña, Rivera H, Soler M. 2004. Manual de procedimientos pago de incentivos. Proyecto de Conservación y Manejo sustentable del bosque nativo CONAF/kFw/DED/GTZ. Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile. 66 p.
- Gayoso J y Guerra C. 2005. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos en Chile. *Bosque.* 26(2): 33-38.
- González, R. 2010. Econometric Modeling of Land-Use Changes in Southern Chile. Tesis de Doctorado en Ciencias Forestales (En Inglés). Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales. Universidad Austral de Chile. 141 p.
- Gonzalez, R. y M. Niklitschek. 2006. Pago por servicios ambientales: Las reformas al D.L. 701 de fomento a la forestación en Chile, en: “Bienes y servicios ambientales: Mercados no tradicionales, mecanismos de financiamiento y buenas prácticas en América Latina y el Caribe: Actividad 2: Buenas prácticas en la aplicación de mecanismos de financiamiento para la obtención de servicios ambientales de prácticas forestales y agrícolas sostenibles en América Latina y el Caribe”. Reporte BID (Editado por BID y CATIE). Turrialba, Costa Rica. Abril 2006. p. 73-89.
- Grosse H. 1988. Crecimiento de plantaciones de raulí y roble bajo dosel en dependencia del grado de luminosidad y fertilización. *Ciencia e Investigación Forestal* (Chile) 2: 13-30.
- Grosse, H. y Quiróz I. 1998. Silvicultura de los bosques de segundo crecimiento de roble, raulí y coigüe en la región centro-sur de Chile. En: Donoso C y A Lara (eds) *Silvicultura de los bosques nativos de Chile*: 95-128. Editorial Universitaria, Santiago, Chile
- Gutiérrez, A. 2011. Representatividad de bosques nativos disminuyó en 4.2% en los últimos 15 años. Artículo de opinión. *Revista Bosque Nativo* 49: 17 - 18.
- Haltia, O. 1995. Forest Investment Financing Mechanisms in Latin America – Guidelines and Recommendations. BID. Washington, D.C.
- Hartman, R. 1976. The Harvesting Decision when a Standing Forest Has Value *Economic Inquiry*, 14: 52-58.
- Hartwing, F. 1999. Federico Albert, Pionero Del Desarrollo Forestal En Chile. Universidad de Talca. 104 p
- Herrera, B. y Sandoval, F. 1966. Capacidad de Uso de la Tierra: Provincias de Atacama a Magallanes. Ajustado a la División Política vigente al 2009. Chile.
- Instituto Forestal (INFOR). 2002. Estudio de Rentabilidad de los bosques de Chile central. Consultado el 25 de abril de 2013. Disponible en: http://www.gestionforestal.cl:81/pt_02/bosquenativo/txt/rentabilidad/estudioRentabilidad.htm
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2007. VII Censo Agropecuario y Forestal de Chile. Santiago de Chile.
- IREN/CORFO. 1973. Fragilidad de los ecosistemas naturales de Chile. Mapa de Erosión de Chile. Universidad de Chile. 61 p.
- Jaramillo, C. 2004. Instrumentos económicos para la conservación del bosque natural en Colombia: consideraciones para el desarrollo de mercados de servicios ambientales forestales. Artículo publicable para optar al título de Magíster de Economía Ambiental y de Recursos Naturales, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.
- Jiles, J., 1992. Análisis Económico: Valoración Social vs. Valoración Privada, Dilema Clave para una Regulación Efectiva del Bosque Nativo. *Ambiente y Desarrollo*, 8, 3:4 p.
- Keipi K. y J.C.Laarman. 1996. Evaluación de las políticas que afectan los recursos forestales de América Latina. Un marco de discusión. Documento del taller, Reforma de las políticas de gobierno relacionadas con la conservación y el desarrollo forestales en América Latina, Ed. H . Cortés. IICA. San José, Costa Rica. 14 p.

- Lara A, R. Reyes, R. Urrutia. 2010. Bosques Nativos. In: Centro de Análisis de Políticas Públicas de la Universidad de Chile (editores). Informe País: Estado del medio ambiente en Chile, 2008. Santiago: Centro de Análisis de Políticas Públicas. 28 p.
- Lara A., M. E. Solari, M. R. Prieto, M. P. Peña. 2012. Reconstrucción de la cobertura de la vegetación y uso del suelo hacia 1550 y sus cambios a 2007 en la ecorregión de los bosques valdivianos lluviosos de Chile (35° - 43° 30' S). *Bosque* 33(1): 13-23.
- Lara, A. y C. Echeverría. 1998. Certificación Forestal: una necesidad para la conservación de los bosques en Chile. *Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo. Bosque Nativo N° 16*: 15-18.
- Lara, A.; V. Sandoval; C. Prado; G. Cruz; I. Martínez y P. Añazco. 1995. Determinación de stocks de bosque nativo. Proyecto Banco Central- Universidad Austral de Chile. 145 p
- Levil, G. 2010. Evaluación de la aplicabilidad de la Ley de Bosque Nativo en comunidades Mapuche de la Comuna de Nueva Imperial. Tesis para optar el título de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. 89 p.
- Lira V, Estay C. 2000. Determinación Del Valor de Existencia Del Bosque Nativo Chileno. Memoria para optar al título de Ingeniería Civil Industrial. Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile. 15 p.
- Mancilla, G. 1995. Erosión bajo cubiertas vegetales en la cordillera de Nahuelbuta, Chile, Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago.
- Meneses, M. 1999. Cambios de uso de suelo y su relación con la expansión de plantaciones en las Regiones VIII y IX. Cuadernos de Trabajo. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de manejo Forestal. UACH. Valdivia.
- Millán, J y Carrasco, P. 1993. La forestación en la VIII Región. Serie EULA Elementos cognoscitivos sobre el recurso suelo y consideraciones generales sobre el ordenamiento agroforestal. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 105 p.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. Island Press, Washington D.C.
- Nahuelhual L, Donoso PJ, Lara A, Núñez D, Oyarzún D, Neira E. 2007. Valuing ecosystem services of Chilean temperate rainforests. *Environment, Development and Sustainability* 9(4):481-499.
- Niklitschek, M. y E. Bobenrieth. 1992. Incentivos Económicos para una Explotación Eficiente del Bosque. *Cuadernos de Economía* 88:463-480
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2013. Estadísticas por rubro, Agricultura. Revisado el 6 de Junio de 2013. Disponible en: <http://www.odepa.cl/rubro/cereales/>
- Oliver C.D y Larson. 1990. *Forest stand dynamics*. McGraw- Hill, New York. 467 p
- Oyarzún, E., L. Nahuelhual y D. Núñez. 2005. Los Servicios Ecosistémicos del Bosque Templado Lluvioso: Producción de agua y su valoración económica. *Revista Ambiente y Desarrollo* 10(3):2-10
- Pagiola, S. (1999). The global environmental benefits of land degradation control on agricultural land (World Bank Environment Paper n° 16). Washington, DC: Banco Mundial. Obtenido el 26 de febrero de 2008 en <http://go.worldbank.org/09I360JH91>
- Paredes, G. 1995. Evaluación económica de opciones de manejo del bosque nativo. En *Encuentro de Economía del Medio Ambiente en América Latina*. Juan Ignacio Varas Ed. Primera edición. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 170-202 p.
- Pearce, D. y Moran, D. 2000. *The Economic Value of Diversity*, Earthscan Publications Ltd. IUCN, The world Conservation Union. Londres. 45 p.
- Pielke, R. A., 2005. Land use and climate change. *Science* 310, 1625-1626.
- Schulz, J., Cayuela, L., Echeverría, C., Salas, J., & Rey, J. (2010). Monitoring land use change of the dryland forest landscape of Central Chile (1978-2008). *Applied Geography* 30:436-447
- Sistema de Gestión Forestal. 2008. Instituto Forestal. Consultado el 12-09-13. Disponible en: <http://www.gestionforestal.cl:81/>
- Stolpe, N. 2002. Clasificaciones interpretativas de suelos. 15-22 p. In: N. Greate Castañeda Eds. *Tecnologías apropiadas para la restauración ambiental integral de los suelos*. MINAGRI-INIA. Santiago, Chile. 8p.
- Tacón A, Palma J, Fernández U, Ortega F. 2006. El mercado de los productos forestales no madereros y la conservación de los bosques del sur de Chile y Argentina. WWF Chile. 100 p.
- Turner, B. L., R. H. Moss, D. L. Skole. 1993. Relating land use and global land-cover change: A proposal for an IGBP-HDP core project. Report from the IGBP-HDP Working Group on Land-Use/Land-Cover Change. Joint publication of the International Geosphere-Biosphere Programme (Report No. 24) and the Human Dimensions of Global Environmental Change Programme (Report No. 5). Stockholm: Royal Swedish Academy of Sciences.
- Veblent T .1985. Stand dynamics in Chilean Nothofagus forests. In: Pickett STA y PS White (eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*: 32-51. Academic Press, Orlando.

- Vega E y Vega A. 1999. Participación de la Empresa Privada en la Conservación de la Energía ante la Apertura de un Mercado Global Ambiental (El Caso de INCSA). INCAE. Costa Rica.
- Vita A. 1996. Los tratamientos silviculturales. 2ª ed. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Silvicultura. 147 p
- World Resources Institute (WRI) Comité Nacional Pro Defensa de la Fauna y Flora (CODEFF), Universidad Austral de Chile (UACH). 2002. Chile's frontier forest: conserving a global treasure. A Global Forest Watch report. Chile. 55 p