

BES

BOSQUES | ENERGÍA | SOCIEDAD



BES | Nº 7 | AÑO 3
DICIEMBRE 2017

ISSN: 0719-7136

LEÑA: ¿CAUSA O CONSECUENCIA?

Factores subyacentes de la producción de leña en el sur de Chile.

BES

BOSQUES | ENERGÍA | SOCIEDAD

Informes BES | Número 07 | Año 03 | DIC. 2017

Producción y diagramación: Luz Díaz V., Arquitecta, Investigadora Instituto Forestal **Editor general:** René Reyes, Ingeniero Forestal (Ph.D), Investigador Instituto Forestal **Comité editor:** Este artículo fue publicado en Energy for Sustainable Development, vol. 42 (2018) pp. 97-108 **Colaboradores:** Catalina Zumaeta, Geógrafa, archivo fotográfico AIFBN. Fotografía de portada Sr. Juan Vivanco, propietario de bosque nativo en la comuna de Mariquina, región de Los Ríos.

UNA PUBLICACIÓN:



OCDM | OBSERVATORIO DE
LOS COMBUSTIBLES
DERIVADOS DE LA
MADERA



Instituto Forestal
Sucre 2397 Ñuñoa
Santiago, Chile
Fono. +56 2 23669115

www.infor.cl

ISSN: 0719-7136

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectúe la cita correspondiente:

Reyes, R., Nelson, H., Zerriffi, H. 2017. Leña: causa o consecuencia. Factores subyacentes de la producción de leña en el sur de Chile. En: Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 3, N° 7. Diciembre 2017. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal, Chile. p. 18.

índice

03 RESUMEN

04 1. INTRODUCCIÓN

06 2. MODELO TEÓRICO

08 3. METODOLOGÍA

11 4. RESULTADOS

14 5. DISCUSIÓN Y
CONCLUSIONES

17 6. REFERENCIAS

LEÑA: ¿CAUSA O CONSECUENCIA? FACTORES SUBYACENTES DE LA PRODUCCIÓN DE LEÑA EN EL SUR DE CHILE

René Reyes^a, Harry Nelson^b, Hisham Zerriffi^b

^a Instituto Forestal, Fundo Teja Norte s/n, Valdivia, Chile. Tel: 63-2335200, rreyes@infor.cl.

^b Faculty of Forestry, University of British Columbia, Vancouver, Canada.

RESUMEN

Los bosques nativos en Chile están entre las 25 ecorregiones con prioridad de conservación a nivel mundial, debido a su alto nivel de endemismo y presión antropogénica. El 70% de estos bosques son de propiedad privada, y la extracción de leña es su principal uso. Sin embargo, los factores que propician la producción de leña aun no se han estudiado de manera adecuada. La presente investigación analiza si la producción de leña es un objetivo de producción primario (la causa de intervenir el bosque), o más bien es una consecuencia de otros procesos. Se realizó un muestreo de corte transversal en base a 275 encuestas a propietarios de bosque nativo en la Región de los Ríos. Como resultado se encontró que la decisión de producir leña está relacionada positivamente con la cobertura de bosque nativo (% de la explotación) y negativamente con la importancia de los ingresos extra-prediales (% del ingreso). Estas variables inciden sobre las opciones que enfrentan los propietarios y ayudan a evaluar si la leña es un elemento primario del sistema productivo, o la consecuencia de otras actividades (un derivado). Además, los productores de leña no son muy sensibles a variaciones en el precio de la leña, y solamente un pequeño porcentaje de ellos se dedica a la producción de leña como actividad principal (en general, los propietarios no tienen mucho interés en la producción de leña). Por otra parte, un creciente abastecimiento de leña procedente de plantaciones forestales implica una menor presión sobre los bosques nativos. Todo esto sugiere que la producción de leña es mucho menos relevante en relación a la degradación de los bosques de lo que la literatura plantea, aunque existirían contextos donde la producción de leña si estaría generando un impacto negativo y permanente sobre los bosques, los cuales se caracterizan por: ofrecer pocas oportunidades de ingresos extra-prediales, bajos niveles de escolaridad, tenencia informal de la tierra, y donde programas estatales podrían ser focalizados para reducir la presión sobre los bosques nativos.

Palabras clave | leña, degradación de bosques, ingreso extrapredial, bosque nativo, Chile.



Imagen 1.
Predio rural en la comuna de Paillaco, región de Los Ríos.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques producen importantes bienes y servicios para la humanidad (Costanza et al., 1997). La madera es el producto más conocido y comercializado a nivel mundial (FAO, 2013), siendo la producción de energía uno de sus principales usos. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2013) estima que el 55% de la producción mundial de madera (aproximadamente 1,9 mil millones de metros cúbicos sólidos al año) es usada en el sector energético. Además, se estima que unas 2.800 millones de personas hacen uso de esta fuente de energía, especialmente en hogares de países en desarrollo (Bailis et al., 2015).

La leña, el carbón vegetal y los pellets de madera son los principales combustibles derivados de la madera. La leña y el carbón vegetal son los más conocidos y usados, ya que son más fáciles y baratos de producir, en especial en el mundo en desarrollo, mientras que formas más procesadas, como los pellets de madera, son más comunes en países desarrollados (Goh et al., 2013). Los combustibles derivados de la madera generan el 14% de la energía primaria que se utiliza en América Latina, el 19% en Asia y el 26% en África (FAO, 2010).

De hecho, hay 34 países donde los combustibles derivados de la madera cubren más del 70% de la demanda energética total (Sims et al., 2007).

En buena parte de los países en desarrollo donde se concentra el estudio de los problemas asociados al uso de combustibles derivados de la madera, la biomasa forestal se usa en áreas rurales y urbanas en equipos de baja eficiencia (muchas veces en fogones abiertos).

En este contexto, la leña suele ser recolectada por mujeres y niños en tierras públicas para el consumo doméstico (especialmente para cocinar), y no existen mercados bien establecidos y competitivos para la comercialización de estos combustibles (Cooke et al., 2008; Baland et al., 2010). En estos países también hay niveles muy altos de pobreza y densidad poblacional, tenencia informal de la tierra, y otros factores que contribuyen a una sobreexplotación de los bosques (FAO, 2010).

En Chile, la leña es una fuente de energía muy importante y frecuentemente se ha relacionado con la pérdida y degradación del bosque nativo¹. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en otros países en desarrollo, el contexto socio-económico de Chile es muy

diferente: existe un menor nivel de pobreza y densidad poblacional, un sistema estricto de tenencia de la tierra, y mercados establecidos y competitivos para la comercialización de combustibles derivados de la madera (Burschel et al., 2003; Reyes, 2013).

1.1. El mercado de los combustibles derivados de la madera en Chile

En Chile, los combustibles derivados de la madera (principalmente leña y residuos forestales²) satisfacen el 25% del consumo de energía primaria, constituyéndose así en la tercera fuente de energía más importante después del petróleo y el carbón mineral (CNE, 2016). Anualmente, 15 millones de metros cúbicos sólidos³ de leña y 5 millones de metros cúbicos sólidos de residuos forestales⁴ son utilizados en el sector residencial (urbano y rural), industrial, comercial y público para calefaccionar, cocinar y otros procesos (Gomez-Lobo et al., 2006). A diferencia de otros países sudamericanos, Chile prácticamente no produce petróleo o gas natural y no existen subsidios al consumo de energía, por lo que los combustibles derivados de la madera constituyen un componente importante

¹ Reducción de la capacidad de un bosque de producir servicios ecosistémicos como resultado de cambios antropogénicos y ambientales (Thompson et al., 2013).

² Esta estadística no considera al carbón vegetal, las briquetas, los pellets de madera y otros combustibles derivados de la madera, que son menos relevantes en términos de volumen.

³ Metro cúbico sólido (1 metro cúbico sólido = 1,56 metros cúbicos estéreos, unidad utilizada para comercializar leña en Chile).

⁴ Los residuos forestales incluyen residuos industriales (corteza, aserrín, viruta y despuntes) y residuos de la explotación forestal (principalmente ramas).

del abastecimiento energético.

El 60% de la leña proviene de bosques nativos⁵, el 70% de los cuales son de propiedad privada (De la Fuente et al., 2013). Al mismo tiempo, el 96% de toda la madera extraída de los bosques nativos es usada como leña (Tabla 1) (INFOR, 2013). Esto crea una relación directa entre el mercado de la leña y las decisiones privadas relacionadas al uso del bosque nativo. Sin embargo, a pesar del rol decisivo de los propietarios de bosque nativo en la oferta de leña, existe poca investigación orientada a explorar los factores que determinan la decisión de producir leña y los verdaderos impactos de esta actividad sobre los bosques.

La leña se comercializa en mercados muy competitivos, en los cuales miles de propietarios extraen leña de sus bosques y plantaciones forestales, cientos de comerciantes compran la leña en zonas rurales y la venden en sectores urbanos, y miles de hogares e instituciones la consumen (Reyes, 2013)⁶. Una parte importante de la población rural también compra leña porque no tiene suficiente biomasa forestal en su propiedad o no tiene tiempo para recolectarla. La producción de leña es una actividad físicamente exigente, ya que las operaciones forestales implican el uso de motosierra, bueyes y otros equipos pesados.

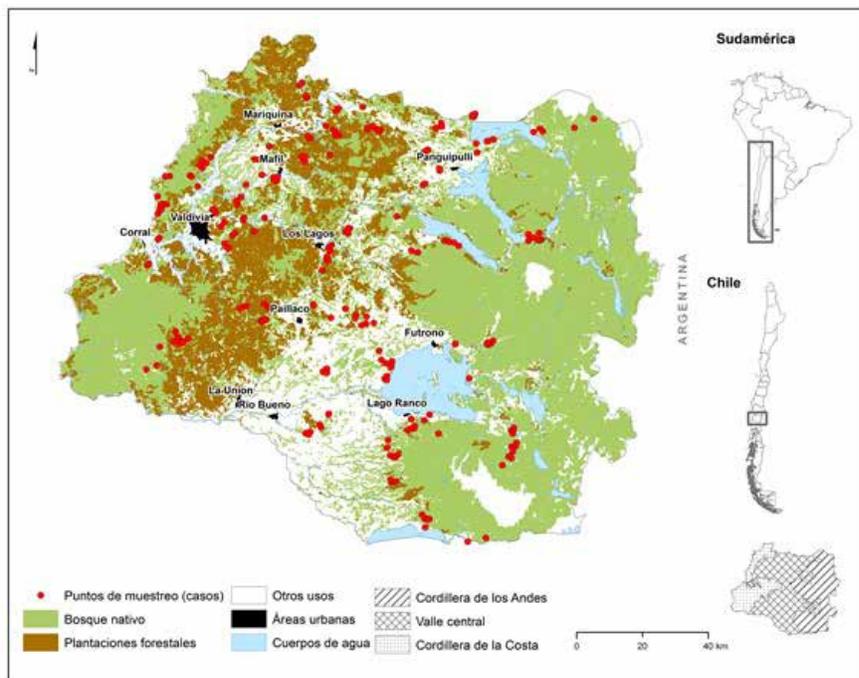
En la Región de los Ríos (Figura 1) el 95% de los hogares urbanos usan leña, mientras que en zonas rurales el porcentaje es aún mayor (Ortega et al., 2016), algo que también se observa en otras regiones del país. Otros combustibles como el gas licuado, el kerosene o la electricidad son entre 3 y 5 veces más caros que la leña por unidad de energía, y en consecuencia no son alternativas viables para la mayor parte de los hogares, los cuales consumen en promedio 14,180 kWh/año para calefacción (Ortega et al., 2016; Reyes et al., 2015). Sin embargo, la alta demanda de leña no se debe sólo a su menor costo relativo, sino también a factores culturales (preferencia en la preparación de ciertas comidas y percepción de confort) (Burschel et al., 2003). El consumo regional de leña asciende a 1,15 millones de metros cúbicos sólidos anuales (2,84 metros cúbicos sólidos por persona), del cual el 25% corresponde a autoconsumo de hogares rurales (leña recolectada), y el 75% a leña comercializada (Reyes, 2017).

1.2. Deforestación, degradación de los bosques y producción de leña

La discusión sobre el rol de la producción de leña en la deforestación y la degradación de los bosques se inició en los años 70 con la publicación del libro "The Other Energy Crisis: Firewood" (Eckholm, 1975). Aunque la crisis descrita en el libro nunca ocurrió, la preocupación persiste y muchos autores relacionan la producción de leña con la deforestación y la degradación de los bosques. Mientras que el efecto de la producción de leña sobre la deforestación sigue siendo un tema controversial (Bhatt and Sachan, 2004; Benschel, 2008; Rudel, 2013; Bailis et al., 2015), es un hecho que la continua sobreexplotación de los bosques contribuye a su degradación (FAO, 2010; Ahrends et al., 2010; Kissinger et al., 2012). En Chile, la producción de leña es considerada una causa directa de la degradación de los bosques y la deforestación en varios artículos e informes (Cruz et al., 2016; Marín et al., 2011; Carmona et al., 2010; Echeverría et al., 2007; 2008), a pesar de que esta relación causa-efecto no ha sido demostrada. Mientras no comprendamos el comportamiento de los propietarios del

bosque va a ser difícil diseñar soluciones o políticas para enfrentar la pérdida y degradación de los bosques. Hasta la fecha no existe ninguna evaluación que considere a los propietarios/usufructuarios, sus bosques y sus predios, en un análisis integral que permita identificar los factores que están incidiendo en la toma de decisiones y el tipo de actividad económica que realizan. En ese contexto, el presente documento pretende identificar quienes producen leña para venta y por qué, a través del análisis de los principales factores sociales y económicos que inciden sobre esa decisión. Conocer las condiciones bajo las cuales se produce leña para venta puede ayudar a entender si la producción de leña contribuye a la deforestación y degradación de los bosques, o si refleja otras decisiones y/o es la consecuencia de otros procesos que pueden o no estar vinculados a la pérdida de bosque nativo. La presente investigación se basó en una encuesta-entrevista realizada entre los años 2012 y 2013 en la Región de los Ríos, Chile.

Figura 1. Área de estudio (Región de los Ríos) y puntos de muestreo (275 casos).



⁵ Los bosques nativos de Chile son un hotspot de biodiversidad con un alto nivel de endemismo (Armeist et al., 1995). Myers et al. (2000) clasificaron estos bosques como una de las ecorregiones a nivel mundial para las cuales la conservación es una prioridad debido a su alto valor biológico (Dinerstein et al. 1995). Sin embargo, entre 1950 y 1997 se perdió casi la mitad de la superficie de bosque nativo (Lara et al., 2012). La deforestación y la degradación de los bosques sigue siendo un problema (Hansen et al., 2013; Miranda et al., 2015).

⁶ El precio de leña en la Región de los Ríos fluctúa entre US\$31 y US\$47 por metro cúbico sólido (precio pagado a los productores en los sectores rurales) y entre US\$52 y US\$75 por metro cúbico sólido en las ciudades (precio pagado por los consumidores urbanos) (INFOR, 2015).

2. MODELO TEÓRICO

2.1 Un modelo de producción de leña

Dado que el 70% del bosque nativo en Chile está en propiedad privada, su explotación es el resultado de decisiones individuales basadas en las características de los propietarios, los mercados y un conjunto de otros factores (contexto socioeconómico y ecológico, políticas, entre otros) (Amacher et al., 1996; Heltberg et al., 2000; Heltberg, 2002; Joshi and Mehmood, 2011). Algunos de estos factores son fijos y específicos de un propietario y su predio (edad, educación, calidad de sitio, etc.), por lo que se pueden definir como variables estructurales, mientras que otros (oportunidades de ingreso extra-predial y la disponibilidad de mano de obra) reflejan el ambiente dentro del cual se toman las decisiones, pudiendo cambiar según la naturaleza dinámica de las economías locales y regionales. Estos últimos factores se pueden definir como variables transitorias.

Los propietarios de bosque nativo desarrollan sistemas productivos que pueden incluir actividades dentro y fuera del predio (Figura 2). En estos sistemas productivos el propietario/usufructuario decide cómo utilizar de la mejor forma posible sus activos e insumos para lograr sus metas, donde los resultados son bienes y servicios (el ingreso es solo uno de ellos). Los sistemas productivos son dinámicos y cambian a través del tiempo. Por ejemplo, los predios se heredan y se pueden dividir; la economía crece y nacen nuevas oportunidades fuera del predio; se mejoran los caminos de acceso al predio; etc.

Heltberg et al. (2000) plantean que debido a que en áreas rurales la oferta y demanda de mano de obra se deciden al mismo tiempo, los modelos deben considerar un supuesto de no-separabilidad. Eso quiere decir que los propietarios deciden la cantidad de recursos asignados a actividades dentro y fuera del predio, evaluando los costos y beneficios de diferentes alternativas, en un proceso heurístico, para mantener un cierto nivel de bienestar (Uij, ecuación 1). Por este motivo, la producción de leña para venta no depende sólo de la disponibilidad física de biomasa leñosa, sino también de la disponibilidad de mano de obra y del desempeño de otras actividades que generan ingresos (Deweese, 1989).

Se seleccionó un modelo de utilidad aleatorio para representar la decisión de producir leña para venta (Walker and Ben-Akiva, 2002).

Tabla 1.
Procedencia de la leña en Chile.

Recursos forestales	Uso de la madera (% de la cosecha anual)	
	Leña	No-Leña ¹
Bosques nativos	96	4
Plantaciones forestales (especies exóticas) ²	13	87

¹Trozas aserrables, pulpables, etc.

²principalmente *Pinus radiata* y *Eucalyptus sp.*

Fuente: INFOR (2013)

$$(1) \quad U_{ij} = V_{ij} + \xi_{ij}$$

$$V_{ij} = \beta_i X_i$$

$$(2) \quad U_{ij} = (\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6) + \xi_{ij}$$

donde,

Uij = utilidad percibida con respecto a la alternativa i por el tomador de decisión j.

Vij = fracción observable⁷ de la función de utilidad de la alternativa i por el tomador de decisión j.

ξij = fracción no observable de la función de utilidad de la alternativa i por el tomador de decisión j.

βi = parámetros del modelo.

Xi = aspectos que influyen en la decisión del propietario/usufructuario.

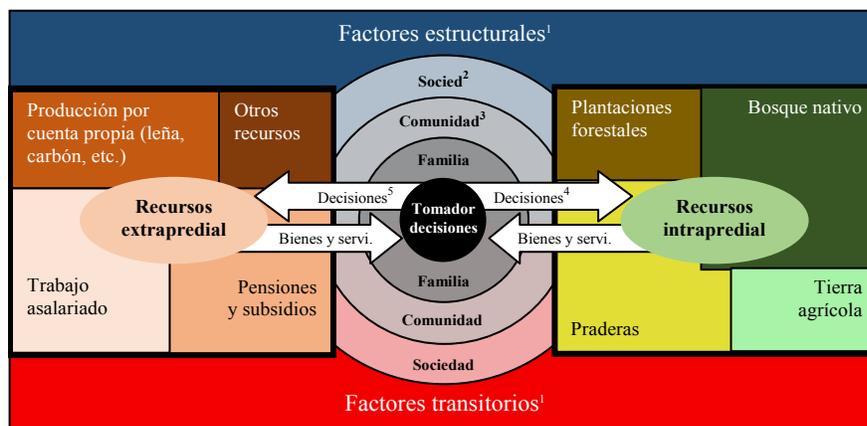
El tomador de decisión j tomará la alternativa i (ej. producir leña para venta) en vez de i-1 (no producir leña para venta) cuando la utilidad percibida de i es mayor a i-1 (Uij > Ui-1j). En este contexto es posible identificar decisiones primarias (decisiones principales) y decisiones secundarias (decisiones potenciales) (Figura 3). Las decisiones primarias son el principal motor del uso de los recursos

disponibles (causas), mientras que las decisiones secundarias corresponden a las mejores alternativas (consecuencias).

La producción de leña para venta puede ser tanto una decisión primaria (causa) como una decisión secundaria (consecuencia). Por ejemplo, si la decisión primaria del propietario/usufructuario es producir trigo, una de las consecuencias podría ser talar bosques para ampliar el área de cultivo. La leña producida a partir de estos desechos forestales no se produce con el propósito de abastecer el mercado de la leña, sino como consecuencia de la expansión agrícola.

Esta situación tiene varias implicancias: por ejemplo, la producción de leña para venta podría no ser una decisión primaria incluso en un contexto de abundancia de bosques (Amacher et al., 1996). En ese caso, el costo de oportunidad de la mano de obra es una variable clave y afecta el balance entre las diferentes actividades. Dado que las áreas urbanas ofrecen mayores y mejores oportunidades laborales, los predios más accesibles tendrían un costo de oportunidad de la mano de obra más alto, reduciendo la

Figura 2.
Sistema productivo.



¹Los factores estructurales no cambian a corto plazo (edad, educación, etc.), mientras que los transitorios sí pueden cambiar (empleos, superficie cultivada, participación en organizaciones locales, etc.).

² Mercados y políticas públicas.

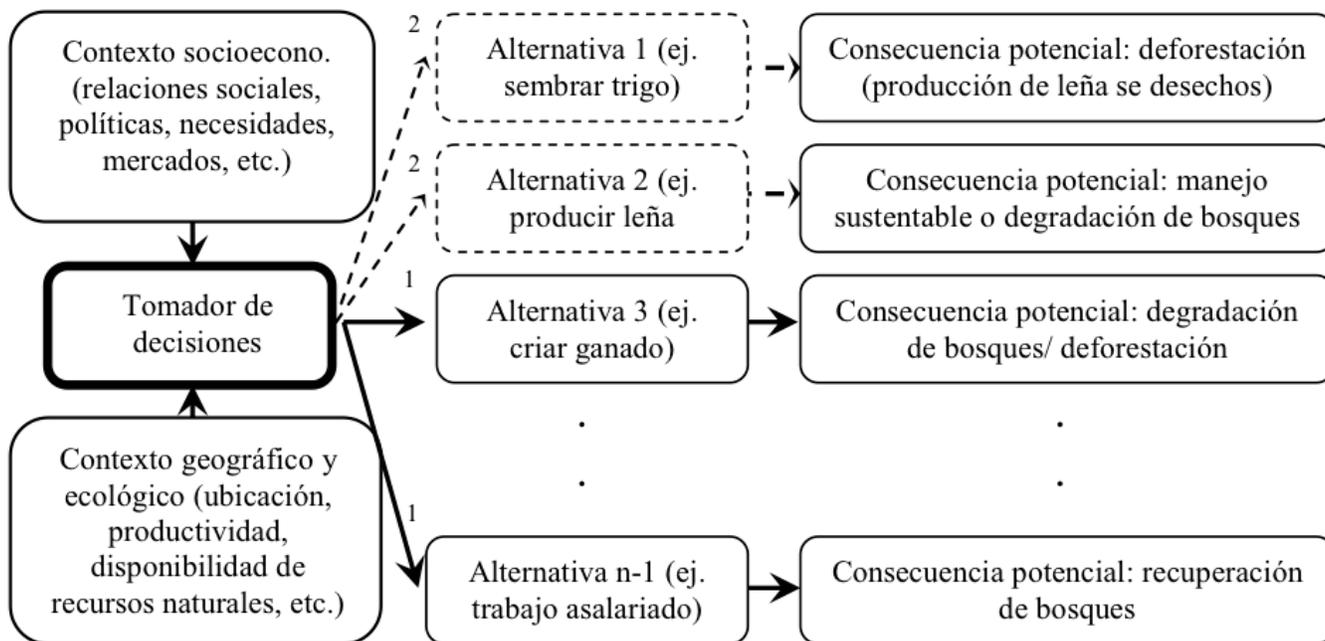
³ Relaciones sociales (ej. participación en organizaciones locales)

⁴ Decisiones que compiten entre sí y se relacionan con las siguientes dimensiones: asignación de mano de obra para el trabajo intrapredial, consumo de productos (producidos en el predio o adquiridos) y compra de insumos.

⁵ Decisiones que compiten entre sí y se relacionan con las siguientes dimensiones: oportunidades de mercado, asignación del tiempo fuera del predio y programas estatales.

⁷ Parte de la función de utilidad que es posible evaluar usando los indicadores que se seleccionaron en la presente investigación.

Figura 3.
Decisiones primarias (1) y secundarias (2) y sus potenciales consecuencias



1 Ejemplo de decisiones primarias (decisiones principales).
2 Ejemplo de decisiones secundarias tomadas cuando las actividades primarias no se pueden implementar.

predisposición a trabajar en la producción de leña. Siguiendo la misma lógica, las ciudades más grandes ejercerían un efecto más fuerte que las ciudades más pequeñas (las oportunidades laborales superan el beneficio potencial de producir leña). En la Región de los Ríos las principales actividades productivas en áreas rurales son la producción agrícola, ganadera y forestal. Una parte de esa producción se consume en el predio y el resto se vende. Además, los empleos son la principal actividad fuera del predio, aunque no son el único recurso que proviene de fuera del predio. Pensiones y subsidios y la producción por cuenta propia que se realiza fuera del predio (producción agrícola y forestal en otros predios) también son fuentes de ingresos importantes. Para modelar la producción de leña para venta de forma adecuada, se analizó la decisión de producir leña basada en las características del tomador de decisiones y la explotación. Hipotéticamente, la producción de leña para venta estará asociada positivamente a variables que den cuenta de la disponibilidad de bosques, más específicamente su superficie y la proporción que cubren dentro del predio, la disponibilidad de mano de obra (fuerza de trabajo), la

demanda del mercado, entre otras. Por otro lado, todas las variables que aumentan el costo de oportunidad de la mano de obra deberían tener un efecto negativo.

Para entender esta dinámica se propone un modelo analítico para la decisión de producir leña:
Decisión = f (LS, DM, L, PS, SR, M, ξ),

donde,
LS = ubicación y acceso al predio
DM = características del tomador de decisión y su familia
L = características de la explotación
PS = características del sistema productivo
SR = relaciones sociales
M = mercados (precio de leña)
 ξ = aspectos no observables



Imagen 2.
Hojas de canelo (*Drimys winteri* J.R.Forst. & G.Forst.), especie utilizada para la producción de leña en la región de Los Ríos, aunque su utilización es más frecuente en la región de Los Lagos.



Imagen 3.
Madereo de leña nativa al interior de un predio rural en la comuna de Panguipulli, región de Los Ríos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

La Región de Los Ríos está ubicada entre los 39°15' y 40°33' latitud sur y es una de las dieciséis regiones administrativas de Chile. La región cubre una superficie de 18.400 km² y se divide en tres unidades fisiográficas: Cordillera de la Costa, Valle Central y Cordillera de los Andes. La región limita con la región de la Araucanía en el norte, la región de los Lagos en el sur, Argentina en el este y el Océano Pacífico en el oeste. La zona tiene un clima oceánico templado (Cfb) con una precipitación media de 2.100 mm al año y una temperatura media de 12,9 °C (Castillo, 2001; DMC, 2012). Esto resulta en una alta demanda de energía para calefacción, especialmente en invierno. Los bosques nativos cubren el 47% del territorio regional, seguidos por praderas y matorrales (30%), plantaciones forestales (*Pinus radiata* y *Eucalyptus* sp.) (11%), ríos y lagos (6%) y otros usos (6%) (CONAF, 2008). El bosque nativo varía de forma importante en la gradiente edafoclimática; en la costa predominan los bosques siempreverdes, mientras que en el Valle Central y la Cordillera de los Andes son más comunes los bosques caducifolios (*Nothofagus* sp.) (Donoso,

1993).

Después de la promulgación del Decreto Ley N° 701 de 1974, el cual contemplaba subsidios a la forestación, miles de hectáreas de plantaciones forestales fueron establecidas en la región de los Ríos para abastecer plantas de celulosa, aserraderos, fábricas de tableros y plantas chipeadoras. Estas industrias están orientadas al mercado internacional. Las plantaciones forestales se concentran en la zona costera, pero durante las últimas dos décadas se han expandido hacia el Valle Central y la Cordillera de los Andes. Las principales actividades económicas de la región de los Ríos son la producción forestal (basada en plantaciones), la agricultura, la producción ganadera y lechera y el turismo. La región tiene 380.000 habitantes, de los cuales el 66% vive en zonas urbanas. Valdivia es la capital regional con 150.000 habitantes, seguido por La Unión (26.000), Panguipulli (17.000) y otras nueve ciudades de menor tamaño.

3.2. Metodología de terreno

Se realizó un muestreo de corte

transversal orientado a propietarios/usufructuarios de bosque nativo de la región de los Ríos (propietarios forestales no industriales). Esta región se divide en doce municipalidades, las cuales a su vez se dividen en 100 distritos censales⁸. De estos últimos se eligió aleatoriamente el 30% dentro de cada municipalidad para representar la región adecuadamente. Dentro de cada distrito censal se marcaron tres puntos al azar utilizando la aplicación randomize de ArcView 3.2, e imágenes satelitales disponibles en Google Earth para identificar los puntos de muestreo en terreno.

Una vez en terreno se encuestó a los principales tomadores de decisión⁹ de las cuatro explotaciones con presencia de bosque nativo más cercanas a los puntos de muestreo. Explotación se definió como la suma de todos los predios (roles) en manos de la misma persona o empresa (tomador de decisiones). En el caso de que el principal tomador de decisiones no estuviese en la explotación al momento de la visita, se consiguió su número de celular para realizar la encuesta en otro momento. Si la persona finalmente decidía no

⁸ Para implementar el Censo de Población y Vivienda, el Instituto Nacional de Estadística divide los municipios en "distritos censales" de acuerdo a su población.

⁹ Definido como la persona a cargo del manejo de la explotación, normalmente su propietario o usufructuario principal.

participar en el estudio, o fue imposible encontrarla, se seleccionó otra explotación en su reemplazo. Antes, durante y después de la encuesta se realizó una evaluación visual general del bosque nativo, la cual fue complementada con Google Earth. En total se realizaron 315 encuestas cubriendo temas relacionados con la ubicación de la explotación, el uso de suelo, las características socio-demográficas del principal tomador de decisiones y su familia, y la producción dentro y fuera de la explotación al año 2012 (año base). Sin embargo, en los análisis posteriores se utilizaron solamente 275 encuestas, ya que 40 estaban incompletas (estas encuestas no estaban geográficamente concentradas). Cada explotación se visitó dos veces, una vez entre febrero y mayo del 2012 (pre-muestreo) y otra entre febrero y junio del 2013 (muestreo principal). Los objetivos del pre-muestreo incluyeron la identificación del principal tomador de decisiones, la presentación del proyecto y la generación de confianzas. En ambas visitas se encuestó a la misma persona. El ingreso total se compone de los ingresos percibidos dentro y fuera de la explotación. Los ingresos percibidos dentro de la explotación se componen de ingresos agrícolas (agricultura y ganadería) e ingresos forestales. Los ingresos percibidos fuera de la explotación se componen de pensiones y subsidios, salarios y producción por cuenta propia extrapredial. En el caso de la producción agrícola, ganadera, forestal y por cuenta propia extrapredial, los ingresos correspondieron a la venta de productos. En el caso de los salarios se consideraron los salarios de todos los integrantes de la familia, estimados en base a promedios regionales (pago promedio para ciertos tipos de trabajos). Con los antecedentes de las 275 encuestas se creó un conjunto de variables (Tabla 2) al año 2012. Las variables que tenían una distribución exponencial (ej. volúmenes e ingresos) se transformaron utilizando logaritmos para lograr una distribución lineal. Otras variables se transformaron utilizando raíz cuadrada.

3.3. Análisis de datos

Se realizó un análisis de regresión logística utilizando el software SAS®, a

Tabla 2.
Variables usadas en el análisis.

Categoría	Variable
Ubicación y acceso	Distancia a la ciudad más cercana (km)
	Distancia a la ciudad principal de la región (km)
	Calidad del camino de acceso ¹
Características del principal tomador de decisiones y su familia (las últimas 4 variables no se evaluaron en el caso de empresas)	Tipo de tomador de decisiones (persona privada o empresa)
	Edad del principal tomador de decisiones (años)
	Educación formal del principal tomador de decisiones (años)
	Tamaño de la familia (cantidad)
	Escolaridad media de los integrantes masculinos de la familia (años)
Características de la explotación	Escolaridad media de los integrantes femeninos de la familia (años)
	Índice de juventud de la familia ²
Características de la explotación	Tenencia de la tierra (formal o informal)
	Tamaño (hectáreas)
	Superficie de bosque nativo (hectáreas)
	Superficie de bosque nativo y plantaciones forestales (hectáreas)
	Superficie sin bosque (hectáreas)
	Cobertura de bosque nativo (%)
Características del sistema productivo	Cobertura de bosque nativo y plantaciones forestales (%)
	Ingreso total (millones de pesos al año)
	Importancia ingreso extrapredial (%)
	Nivel de autoconsumo (autarquía) (%) ³
	Ganado vacuno (cantidad)
	Ganado ovino y caprino (cantidad)
	Ganado vacuno, ovino y caprino (cantidad)
Presencia de plantaciones forestales (presencia o ausencia)	
Relaciones sociales	Índice de redes ⁴
	Índice participación en organizaciones ⁵
Mercado	Precio de Leña (pesos por metro cúbico)

¹ Calidad baja (vehículos 4x4), calidad media (camiones pequeños), calidad alta (camiones grandes).

² Índice de Juventud Familiar= $(A \times 7 + B \times 6 + C \times 5 + D \times 4 + E \times 3 + F \times 2 + G) / (H \times 7)$, A: cantidad de miembros de familia entre 0 y 10 años, B: 11 a 20 años, C: 21 y 30 años, D: 31 y 40 años, E: 41 y 50 años, F: 51 y 60 años, G: mayores que 70 años, H: total miembros de familia.

³ Porcentaje de un total de los siguientes 8 productos que se producen y consumen en el predio: leche, papas, hortalizas, frutas, carbón vegetal, leña, carne y huevos. Esto representa el nivel de autarquía del sistema productivo.

⁴ No tiene relación con organizaciones privadas y públicas = 0; Tiene tales relaciones = 1.

⁵ No participa en organizaciones locales y no ha liderado ninguna organización en el pasado= 0; Ocasionalmente participa en organizaciones locales o ha liderado una organización en el pasado= 1; Participa activamente en una organización local= 2.

través del cual se identificaron las variables más relacionadas con la decisión de producir leña para venta (Allison 2012). La decisión de producir leña se expresó como una variable binaria, con 1= el propietario produce leña para venta, y 0= el propietario no produce leña para venta. Las regresiones logísticas se utilizan ampliamente en este tipo de análisis (Joshi and Mehmood, 2011; Mon et al., 2012). Debido a la cantidad de potenciales variables dependientes, se utilizaron coeficientes de Pearson y métodos de selección de introducción progresiva (forward) y de eliminación progresiva (backward) para determinar las mejores variables (proceso iterativo). Para comparar modelos se usó el criterio de información de Akaike (AIC). Todos los supuestos fueron revisados (distribución

normal de los valores residuales, heterocedasticidad, etc.) y se evaluó la multicolinealidad usando factores de inflación de varianza (VIF).

Después se analizaron las principales variables que inciden sobre la decisión de producir leña, con el fin de mejorar la descripción e interpretación de los contextos socioeconómicos donde la producción de leña para venta tiene una mayor probabilidad. Este análisis consistió en identificar otras variables fuertemente relacionadas con los principales factores que inciden sobre la decisión de producción. Este análisis se realizó a través de ANOVA y Test de Tukey. Para este análisis se dividió la muestra en cinco grupos del mismo tamaño (quintiles). Finalmente se realizó un análisis de sensibilidad para comprender mejor la relación entre las variables explicativas y la

Tabla 3.

Resultados del análisis de regresión logística.

Parámetro	DF	Parámetros	Error estándar	Wald chi-cuadrado	Pr > ChiSq	Exp (Est)	90% límites de confianza Wald	
Intercepto	1	0,2100	0,379	0,306	0,5800	1,234		
Tipo tomador de decisiones (empresas)	1	-2,7687	0,509	29,555	<.0001	0,063	0,027	0,145
Cobertura bosque nativo (%)	1	0,0358	0,006	38,153	<.0001	1,036	1,027	1,046
Importancia ingreso extrapredial (%)	1	-0,0296	0,006	24,613	<.0001	0,971	0,961	0,980
Presencia de plantaciones forestales	1	1,0449	0,317	10,873	0.0010	2,831	1,681	4,814

Nota: análisis basado en 275 casos, de los cuales 106 producen leña para venta (38.5%) y 169 no (61.5%).

Tabla 4.

Importancia de pensiones y subsidios (%) entre grupos de tomadores de decisiones de acuerdo a su edad e ingreso total.

Variables	Rangos	Importancia pensiones y subsidios (% del ingreso total)	
		Promedio (intervalo de confianza)	Resultado ANOVA
Edad del tomador de decisiones (años)	33-50	12 (16-8)	a
	50-58	11 (16-6)	a
	58-66	21 (29-14)	ab
	66-75	32 (37-26)	b
	75-90	50 (58-41)	c
Ingreso total (millones \$/año)	0,9-3,0	44 (54-33)	a
	3,0-4,4	30 (36-23)	ab
	4,5-6,3	24 (31-18)	b
	6,3-9,1	18 (22-14)	bc
	9,1-58,2	9 (13-6)	c

Nota: las letras a, b y c indican grupos con diferencias estadísticamente significativas en términos de la importancia de pensiones y subsidios según ANOVA y Test de Tukey (cuando un grupo es “ab” significa que el grupo no es significativamente diferente a “a” ni a “b”). Este análisis se realizó con muestras de igual tamaño (quintiles, n=43) y moderada diferencia entre varianzas.



Imágen 4.

Arrumado de leña nativa al interior de un predio rural en la comuna de Valdivia, región de Los Ríos.

variable respuesta (decisión de producir leña para venta), lo que permitió identificar umbrales a través del método OFAT (one factor at time). Cada variable explicativa fue analizada en tres niveles: bajo, medio y alto, en rangos del 20% para reducir su variabilidad y mantener un tamaño muestral adecuado. Dentro de cada grupo se realizó un análisis de regresión logística (revisando todos los supuestos nuevamente).

4. RESULTADOS

4.1. Productores de leña

En todas las explotaciones estudiadas se observan distintos niveles de intervención en el bosque nativo (intervención pasada o presente). En 250 explotaciones se extrae madera del bosque, siendo la leña el producto más común (220 casos). Sin embargo, más de la mitad de esos casos (136) sólo producen leña para autoconsumo. Estos propietarios suelen recolectar ramas o árboles caídos sin necesidad de cortar árboles vivos, y cuando eso llega a ocurrir se realiza una intervención de baja intensidad. En otras 114 explotaciones (41,5% de los casos) se produce madera para venta, realizándose una intervención mucho más fuerte (Figura 4). El principal producto comercializado es la leña (106 casos), seguido por las trozas aserrables (16 casos) y el carbón vegetal (14 casos). De las 106 explotaciones que comercializaron leña, el 71% vendió menos de 100 metros cúbicos estéreo.

Asumiendo que el autoconsumo de leña no provenía significativamente de la corta de árboles vivos, la leña para venta representó el 72% del volumen total de madera que se cosechó del bosque nativo en 2012 (el resto se vendió como madera aserrable y carbón). Por lo tanto, la producción de leña para venta es la principal fuente de extracción de madera en los bosques nativos de la región.

4.2. Factores que inciden en la decisión de producir leña para venta

Examinando los 275 casos no se encontró ninguna relación entre el precio de la leña (precio ofrecido a los productores) y la decisión de producir leña para venta y su volumen. Esto es importante, ya que a pesar del tamaño y la relevancia del mercado de la leña en la región de Los Ríos (1,15 millones de metros cúbicos sólidos por año), la decisión de producir leña para venta no es sensible al precio (inelástico). Las siguientes variables fueron las que mostraron una mayor incidencia en la decisión de producir leña para venta: tipo de tomador de

Tabla 5.

Importancia de los salarios (%) entre grupos de tomadores de decisión de acuerdo a índice de Juventud Familiar y al tamaño de la explotación.

Variables	Rangos	Porcentaje de salarios (% del ingreso total)	
		Promedio (intervalo de confianza)	Resultado ANOVA
Índice de Juventud Familiar	14-14	3 (5-0)	a
	14-29	16 (21-10)	b
	29-46	27 (35-20)	bc
	46-60	33 (42-23)	c
	60-81	41 (50-32)	c
Tamaño de la explotación (hectáreas)	0-10	45 (55-35)	a
	10-18	30 (39-21)	ab
	18-35	13 (19-7)	b
	35-60	16 (23-9)	b
	60-200	18 (24-11)	b

Nota: las letras a, b y c indican grupos con diferencias estadísticamente significativas en términos de la importancia de pensiones y subsidios según ANOVA y Test de Tukey (cuando un grupo es "ab" significa que el grupo no es significativamente diferente a "a" ni a "b"). Este análisis se realizó con muestras de igual tamaño (quintiles, n=43) y moderada diferencia entre varianzas.

Tabla 6.

Resultados del análisis de regresión logística controlando por la importancia de los ingresos extraprediales.

Importancia ingreso extrapredial	Predicción (%) ⁴	Variables	Parámet	p-valor	Exp(Est)	90% límites de confianza Wald	
Bajo (<20%) ¹	92	Intercepto	4,5934	0,0207	98,832		
		Cobertura bosque nativo (%)	0,0449	0,0043	1,046	1,019	1,073
		Log. cantidad de ganado	-2,4572	0,0180	0,086	0,016	0,473
		Tenencia de la tierra (informal)	2,5551	0,0355	12,888	1,747	89,909
Medio (40%-60%) ²	86	Intercepto	-0,5795	0,3950	0,560		
		Cobertura bosque nativo (%)	0,0584	0,0018	1,060	1,028	1,093
		Educación tomador de decisiones (años)	-0,2969	0,0279	0,743	0,595	0,928
Alto (>80%) ³	93	Intercepto	-6,7264	0,0016	0,001		
		Cobertura bosque nativo (%)	0,0632	0,0159	1,065	1,020	1,112
		Presencia de plantaciones forestales	2,7703	0,0382	15,963	1,772	143,83

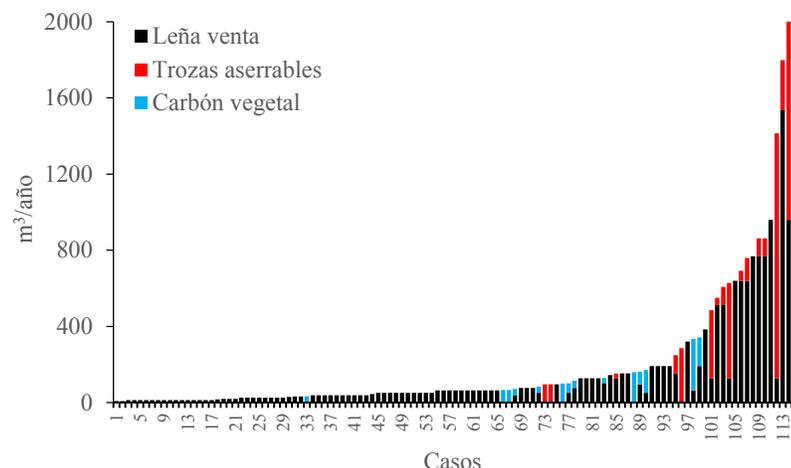
¹ 31 de 48 tomadores de decisión producen leña para venta.

² 24 de 45 tomadores de decisión producen leña para venta.

³ 6 de 48 tomadores de decisión producen leña para venta.

⁴ basado en un punto límite del 50% (i.e. > 0.5 = 1, < 0.5 = 0).

Figura 4.
Importancia relativa de los distintos productos madereros comercializados por el propietario/usufructuario de la explotación (114 casos).



Nota: la leña para venta (color negro), el carbón vegetal (azul) y las trozas aserrables (rojo) se midieron en metros cúbicos sólidos. En el caso del carbón se consideró el volumen de madera en bruto necesaria para su producción (materia prima). Este gráfico considera los 114 casos en que se registró cosecha y venta de productos madereros del bosque nativo.

decisiones; cobertura de bosque nativo; importancia del ingreso extrapredial; y presencia de plantaciones forestales en la explotación (Tabla 3). Estas variables no están correlacionadas, por lo que se descartaron efectos de multicolinealidad. El modelo predijo con precisión el 83% de los casos, basado en un punto límite del 50% (i.e. $> 0.5 = 1$, $< 0.5 = 0$).

Con respecto al tipo de propietario/usufructuario se observan dos grupos¹⁰: empresas familiares (operaciones ganaderas/agrícolas), e individuos (familias). Cuando el propietario/usufructuario es un individuo, la probabilidad de producir leña para venta aumenta un 1.590%. Eso implica que la producción de leña para venta se concentra en explotaciones en manos de individuos. Por otra parte, cuando existen plantaciones forestales en una explotación la probabilidad de producir leña para venta aumenta en un 280%. La probabilidad de producir leña para venta aumenta en un 3.6% por cada 1% de aumento en la cobertura de bosque nativo en la explotación, y disminuye en un 3% por cada 1% de aumento en la importancia del ingreso extrapredial.

Las figuras 5 y 6 muestran a los productores de leña para venta en términos de dos de estas variables: cobertura de bosque nativo e importancia del ingreso extra-predial. Ambos gráficos sólo consideran explotaciones que están en manos de individuos (222 casos), donde la probabilidad de producir leña para venta es mayor.

4.3. Análisis de la cobertura de bosque nativo en las explotaciones y la importancia del ingreso extrapredial

La variable que más se asocia con la cobertura de bosque nativo es el tamaño de la explotación (coeficiente de Pearson= 0,46)¹¹. El estudio reveló que explotaciones más grandes tienden a tener una mayor cobertura de bosque nativo, y por tanto una mayor probabilidad de producir leña para venta (Figura 7). Explotaciones sobre 60 hectáreas tienen una mayor cobertura de bosque nativo que explotaciones con menos de 18 hectáreas¹².

Con respecto a la importancia del ingreso extrapredial¹³ el análisis es más complejo, ya que esta variable tiene dos componentes muy distintos: pensiones y subsidios¹⁴ y salarios. Las variables que más se asocian a una mayor importancia de las pensiones y subsidios son la edad del principal tomador de decisiones (coeficiente de Pearson=0,51) y el ingreso total (coeficiente de Pearson=-0,48) (Tabla 4). En promedio, las pensiones y subsidios representan el 15% del ingreso total cuando el tomador de decisiones tiene menos de 66 años, y el 41% cuando es mayor. Un porcentaje más alto de pensiones y subsidios también implica un ingreso total más bajo.

Por otra parte, las variables que más se asocian a la importancia de los salarios fueron el índice de juventud de la familia (coeficiente de Pearson= 0,45) y el tamaño de la explotación (coeficiente de Pearson=-0,41) (Tabla 5). Familias más

jóvenes generan en promedio el 37% de sus ingresos a partir de salarios, mientras que familias mayores sólo el 9%. En términos del tamaño de la explotación, propiedades con menos de 10 hectáreas se diferencian fuertemente de propiedades con más de 18 hectáreas. En el primer caso, los salarios promedian el 45% del ingreso total, mientras que en el segundo solamente el 16%¹⁵.

4.4. Otros factores que inciden en la producción de leña para la venta

Si bien la cobertura de bosque nativo y la importancia del ingreso extrapredial son las variables que más inciden en la decisión de producir leña para venta, otros ocho factores también ejercen cierta influencia (tablas 6 y 7). Estos factores emergen al realizar el análisis de regresión logística a distintos niveles de cobertura de bosque nativo e ingresos extraprediales (ajustando por ambas variables, una a la vez).

Cuando la importancia del ingreso extrapredial es menor al 20% (escenario favorable para la producción de leña), la probabilidad de producir leña para venta aumenta en un 1.290% cuando hay tenencia informal de la tierra. Cuando esto ocurre se produce un alto nivel de incertidumbre en las personas que hacen uso de la explotación, lo que disminuye su interés por invertir en otras actividades que no sean extractivas. Por otra parte, cuando aumenta la cantidad de animales se reduce la probabilidad de producir leña para venta porque las personas concentran sus esfuerzos de generación de ingresos en la ganadería (Figura 8).

Cuando la importancia del ingreso extrapredial es intermedia (40%-60%), la escolaridad del principal tomador de decisiones reduce la probabilidad de producir leña. Tomadores de decisión con una mayor escolaridad sólo producen leña para venta cuando la cobertura del bosque nativo en la explotación es alta.

Por cada año de educación formal la probabilidad de producir leña para venta cae un 34%. Un mayor nivel educacional también se asocia con una mayor capacidad de generar ingresos fuera de la explotación.

Cuando la importancia del ingreso extrapredial es mayor al 80% (escenario menos favorable para la producción de leña), la presencia de plantaciones forestales aumenta la probabilidad de producir leña para venta en un 1.600%. En este caso, los ingresos que se generan fuera de la explotación permiten invertir en plantaciones, lo que revela un cierto nivel de especialización en el rubro forestal.

¹⁰ La presente investigación está orientada a propietarios no-industriales de bosque nativo, incluyendo personas naturales y empresas familiares (se excluye a empresas forestales).

¹¹ El ingreso total no está correlacionado con la cobertura de bosque nativo.

¹² El 72% de las explotaciones con 18 hectáreas o menos tienen una cobertura de bosque nativo inferior al 44%, mientras que el 72% de las explotaciones con 60 hectáreas o más tienen una cobertura de bosque nativo superior al 43%.

¹³ 212 de 275 casos recibieron algún tipo de ingreso extrapredial.

¹⁴ La edad de jubilación fluctúa entre los 60 y 65 años.

¹⁵ El 74% de los propietarios/usufructuarios que tienen 10 hectáreas o menos perciben el 25% o más de su ingreso total a partir de salarios, mientras que el 74% de los propietarios/usufructuarios con 18 hectáreas o más perciben menos del 25% de su ingreso total de salarios.

Figura 5.
Cobertura de bosque nativo (%) versus importancia del ingreso extrapredial (%) en predios sin presencia de plantaciones forestales

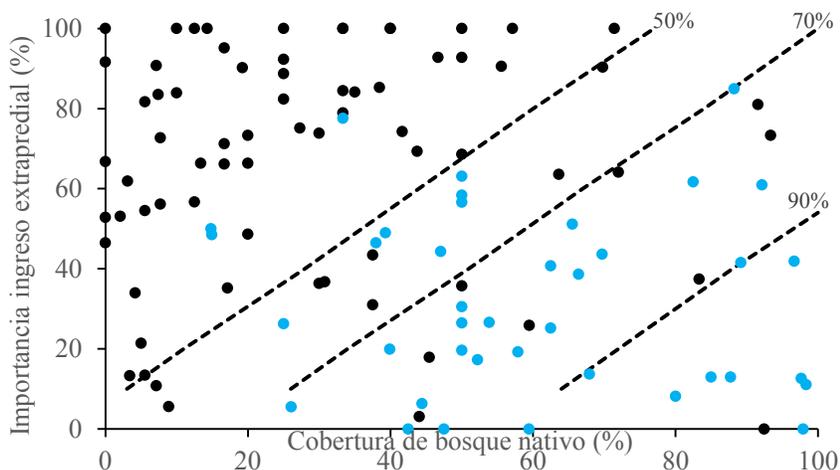
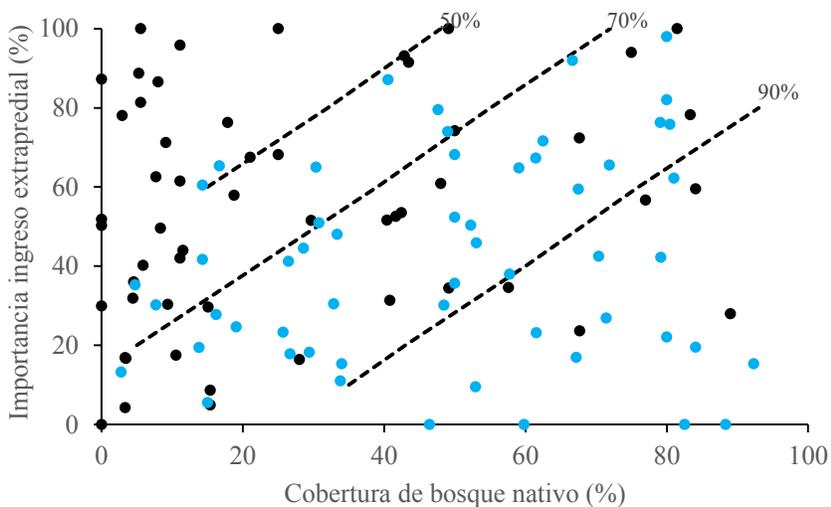
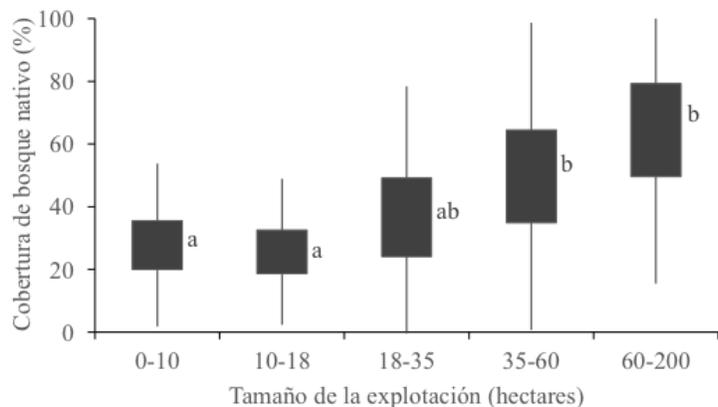


Figura 6.
Cobertura de bosque nativo (%) versus importancia del ingreso extrapredial (%) en predios con presencia de plantaciones forestales



Nota: las líneas diagonales muestran distintas probabilidades de producir leña para venta cuando los propietarios son personas naturales. Los puntos azules corresponden a tomadores de decisión que producen leña para venta, mientras que los puntos negros corresponden a aquellos que no lo hacen. La probabilidad de producir leña aumenta desde el extremo superior izquierdo al extremo inferior derecho (n= 111).

Figura 7.
Cobertura de bosque nativo en función del tamaño de la explotación



Nota: Intervalo de confianza del promedio (área negra) y su desviación estándar (líneas). Las letras (a y b) indican grupos con diferencias estadísticamente significativas en términos de su cobertura forestal de acuerdo a ANOVA y test de Tukey (cuando un grupo es "ab" significa que no es significativamente diferente a "a" y "b"). Esta estimación se realizó con tamaños de muestra iguales (quintiles; n=43) y moderadas diferencias entre varianzas.

La Tabla 7 muestra los resultados del análisis cuando varía la cobertura de bosque nativo. Cuando el bosque nativo cubre menos del 20% de la explotación (explotación muy deforestada; escenario desfavorable para la producción de leña) la probabilidad de producir leña para venta aumenta sólo cuando la importancia del ingreso extrapredial es muy baja. Además, la probabilidad de producir leña para venta disminuye en un 260% por cada punto en el nivel de participación en organizaciones locales (con un máximo de dos puntos). La participación en organizaciones puede estar generando otros recursos que no se lograron capturar en la encuesta (ej. equipos, pequeños subsidios, etc.).

Cuando el bosque nativo cubre entre el 40% y 60% de la explotación, la probabilidad de producir leña para venta disminuye un 64% por cada año de educación formal del principal tomador de decisiones, y aumenta un 490% por cada integrante masculino del núcleo familiar (disponibilidad de mano de obra). Nuevamente, la educación reduce la necesidad de explotar el bosque nativo, mientras que una mayor disponibilidad de mano de obra masculina aumenta esa posibilidad, ya que la producción de leña es una actividad que suelen realizar los hombres.

Finalmente, cuando el bosque nativo cubre más del 80% de la explotación (escenario favorable para la producción de leña) la probabilidad de producir leña para venta disminuye un 5,7% por cada 1% de aumento en el autoconsumo (cantidad de productos que se producen y consumen dentro de la explotación= nivel de autarquía). Cuando el autoabastecimiento cae, la compra de productos en el mercado aumenta, lo que requiere dinero. En una explotación muy forestada, ese dinero proviene de la venta de productos madereros (principalmente leña).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El abastecimiento de energía es el principal uso de la madera extraída del bosque nativo en la región de los Ríos, con casi dos tercios de la producción de madera en bruto vendidos como leña. Sin embargo, Reyes et al. (2016) observan que sólo el 33% de esa madera se produce legalmente (con un plan de manejo aprobado por la Corporación Nacional Forestal), el resto proviene de cortas ilegales⁶. La ilegalidad es relevante, porque indica un alto nivel de informalidad en el mercado de la leña, lo que tiene una influencia negativa en el precio debido a

que no se incorporan todos sus costos: valor de la madera, costos de oportunidad, regeneración forestal, etc. (Burschel et al., 2003).

Sin embargo, el precio de la leña no fue una variable relevante en el análisis, lo que implica que un mayor precio no influye en la decisión de producir leña para venta (por tanto tener o no tener un plan de manejo tampoco es relevante en esa decisión). Esto sugiere que el mercado no es suficientemente atractivo para incentivar a los tomadores de decisión a dedicar sus bosques a la producción de leña, por lo que producir leña sería más bien el resultado de la falta de alternativas productivas que un objetivo en sí mismo. Este aspecto, y la influencia significativa que tiene el ingreso extrapredial en la decisión de producir leña, indicarían que esta actividad tiende a ocurrir como producto de una decisión secundaria.

En el caso de explotaciones que son propiedad de empresas familiares, donde las decisiones apuntan a maximizar ganancias, la decisión de producir leña para venta es aún más indirecta. En estos casos, la producción de leña de bosque nativo está relacionada con procesos de deforestación, como consecuencia de la expansión de terrenos agrícolas y praderas (se produce leña a partir de lo que queda del roce). Un fenómeno similar se observa en Argentina, donde es común la producción de grandes volúmenes de carbón vegetal a partir de bosques que fueron talados para expandir los cultivos de soja y otros cereales (Rueda et al., 2015). En estos casos, la producción de combustibles derivados de la madera es la consecuencia de otras actividades productivas, y no la causa de la deforestación.

En la región de los Ríos dos variables son las que más inciden en la decisión de producir leña para venta en explotaciones que están en manos de personas naturales: la cobertura de bosque nativo y la importancia del ingreso extrapredial. La cobertura de bosque nativo es una variable estructural que no cambia en el corto plazo, mientras que la importancia del ingreso extrapredial es una variable transitoria que puede cambiar repentinamente, por ejemplo cuando la persona pierden su empleo. Por lo tanto, los cambios de corto plazo que se pueden producir en la decisión de producir leña para venta dependen de fluctuaciones en el ingreso extrapredial. Eso podría generar ciclos de corto plazo en la producción de leña, lo cual tendría impactos positivos y negativos en los bosques (Figura 9).

En Noruega, Størdal et al. (2008) también observaron una relación positiva entre una mayor cobertura de bosques y una mayor probabilidad de producir madera para venta, y un efecto negativo de los

Tabla 7.

Resultados del análisis de regresión logística controlando por la cobertura de bosque nativo.

Cobertura bosque nativo	Predicción (%) ⁴	Variables	Parámet	p-valor	Exp(Est)	90% límites de confianza Wald	
Bajo (<20%) ¹	81	Intercepto	0,7099	0,3156	2,034		
		Importancia ingreso extrapredial (%)	-0,0311	0,0100	0,969	0,950	0,989
		Participación en organizaciones	-0,9497	0,0206	0,387	0,197	0,760
Medio (40%-60%) ²	94	Intercepto	4,2341	0,0307	68,997		
		Importancia ingreso extrapredial (%)	-0,0929	0,0019	0,911	0,867	0,957
		Educación tomador de decisiones (años)	-0,4951	0,0090	0,610	0,446	0,833
Alto (>80%) ³	85	Intercepto	5,7197	0,0108	304820		
		Importancia pensiones y subsidios (%)	-0,0369	0,0510	0,964	0,934	0,994
		Nivel de autarquía (%)	-0,0554	0,0274	0,946	0,908	0,986

¹ 14 de 85 tomadores de decisión producen leña para venta.

² 28 de 53 tomadores de decisión producen leña para venta.

³ 20 de 29 tomadores de decisión producen leña para venta.

⁴ basado en punto límite del 50% (i.e. > 0.5 = 1, < 0.5 = 0).

ingresos extraprediales, tal como se observó en esta investigación. Tendencias similares se han observado en Estados Unidos en relación a la decisión de proporcionar biomasa leñosa para la generación de bioenergía (Joshi and Mehmood, 2011).

La cobertura de bosque nativo se relaciona positivamente con el tamaño de la explotación. Explotaciones con más de 60 hectáreas tienen una mayor cobertura de bosque nativo y por ende una mayor probabilidad de producir leña para venta como decisión primaria (menor influencia del ingreso extrapredial).

Por otra parte, una mayor importancia de los salarios se asocia a familias más jóvenes, mientras que una mayor importancia de pensiones y subsidios se asocia a familias más envejecidas. Ambos aumentan la importancia del ingreso extrapredial, lo que implica que en ambos extremos -familias muy jóvenes y muy viejas- se reduce la probabilidad de producir leña para venta como decisión primaria. En el caso de familias jóvenes (mayor importancia de salarios), el escenario puede cambiar repentinamente cuando las personas pierden su empleo. Explotaciones con menos de 10 hectáreas, en manos de familias jóvenes, serían las más vulnerables a una intervención esporádica pero intensa de los bosques.

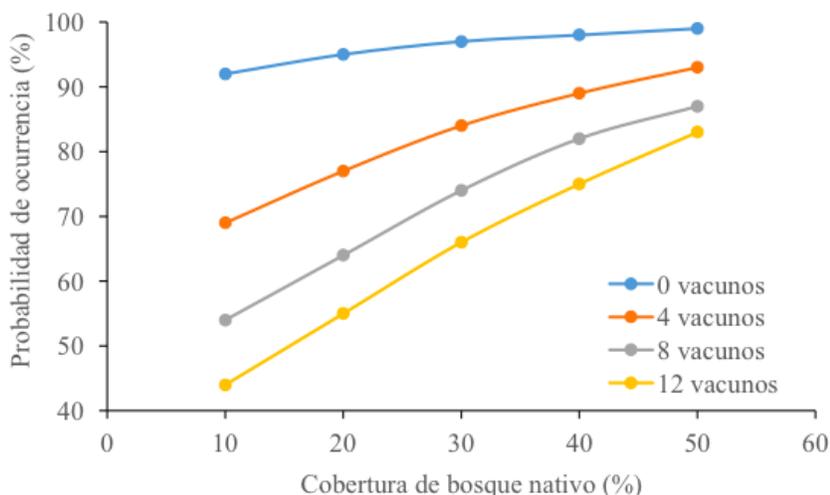
Bosques nativos en manos de familias más envejecidas estarían en un escenario más estable, lo que es coherente con resultados obtenidos en estudios previos (Reyes, 2004).

La producción de leña como decisión primaria tendría dos tipos de umbrales, uno relacionado al capital natural: cobertura de bosques y tamaño de la explotación; y otro relacionado a la edad del tomador de decisiones. Explotaciones más grandes (>60 hectáreas) tendrían una mayor probabilidad de producir leña para venta como consecuencia de una decisión primaria, al igual que familias en edades intermedias (edad del tomador de decisiones entre 41 y 65 años). Cabe señalar que el tamaño de la explotación y otras variables pueden cambiar a través del tiempo, ya que el sistema socioeconómico es dinámico, y estos cambios aumentan o disminuyen la probabilidad de dedicar el bosque nativo a la producción de leña.

Existen otras variables que también inciden en la decisión de producir leña para venta: tenencia informal de la tierra, bajo nivel educacional del tomador de decisiones, escaso involucramiento en organizaciones locales, bajo nivel de autarquía, alta disponibilidad de mano de obra, y poco ganado (Figura 10). En definitiva, la decisión de producir leña para

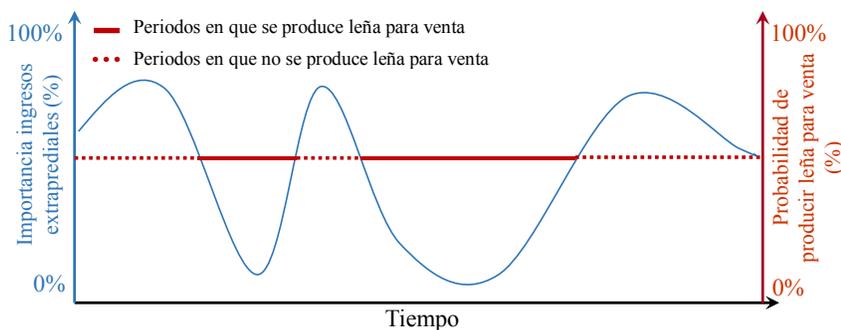
* El madereo ilegal no es sinónimo de degradación de bosques, tal como el madereo legal no es sinónimo de manejo forestal sustentable (Cruz et al., 2005).

Figura 8.
Relación entre la cobertura de bosque nativo, la abundancia de ganado vacuno y la probabilidad de producir leña para venta en un contexto de tenencia formal de la tierra formal.



Nota: Cuando la tenencia de la tierra es informal la probabilidad de producir leña para venta es muy alta, independientemente del número de vacunos.

Figura 9.
Ciclos inter-anales en la producción de leña para venta en explotaciones que pertenecen a personas naturales.



Nota: la línea azul representa fluctuaciones hipotéticas en la importancia del ingreso extrapredial a través del tiempo, mientras que la línea roja representa la decisión de producir leña para venta. Cuando la importancia de los ingresos extraprediales cae bajo cierto nivel la probabilidad de producir leña para venta supera el 50% (periodos en que se produce leña para venta), y cuando lo sobrepasa ocurre lo contrario (periodos en que no se produce leña para venta). Los periodos sin producción de leña permitirían la recuperación del bosque. En este análisis la cobertura de bosque nativo y otras variables se mantienen constantes.



Imagen 5.
Producción de leña nativa en la comuna de Loncoche, región de Los Ríos.

venta se basa en la percepción de utilidad del propietario (utilidad relativa), lo que implica que las decisiones cambian de acuerdo al contexto (proceso heurístico) lo que resulta en distintas prioridades (decisiones primarias).

En la región de Los Ríos se observa una tendencia positiva con respecto a estas variables, ya que por ejemplo el acceso a la educación ha mejorado ostensiblemente en las últimas décadas (Ministerio de Desarrollo Social, 2013), existen más oportunidades de ingreso extrapredial (ej. pensión asistencial) y mejores caminos de acceso que facilitan la participación en organizaciones, entre otros aspectos.

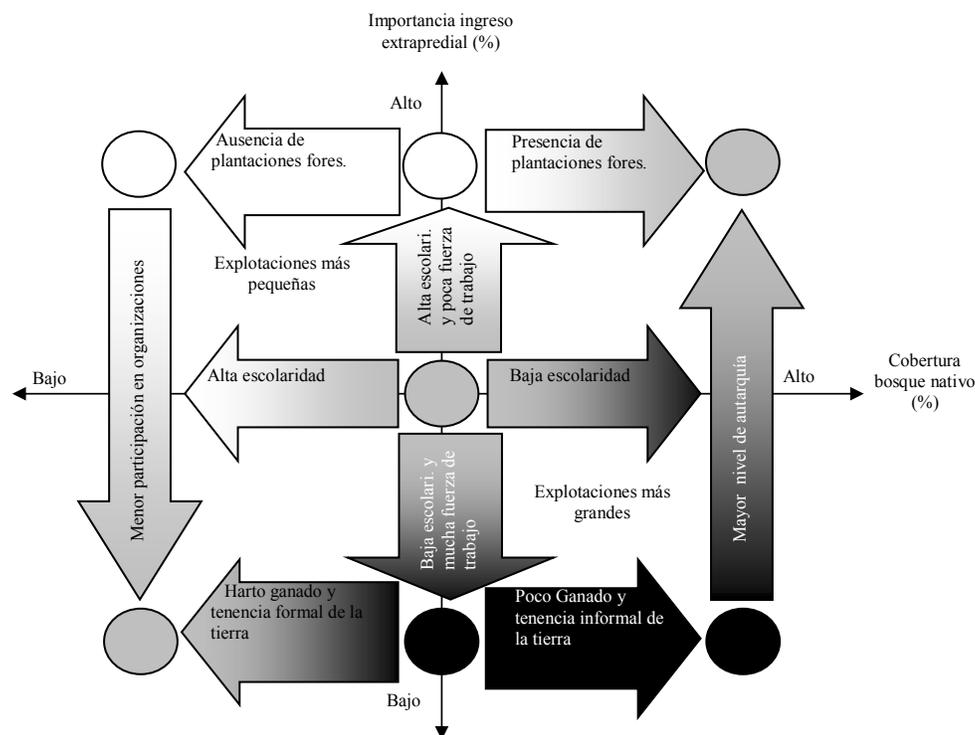
Todo esto implica que solamente una pequeña parte de los tomadores de decisión producen leña para venta como fruto de una decisión primaria. Para la mayor parte, la producción de leña es una actividad secundaria, incluso en un contexto de abundancia de bosques. Al mismo tiempo, la producción de leña para venta se está concentrando en explotaciones con plantaciones forestales, lo que deja en evidencia cierto nivel de especialización¹⁷ en torno a este rubro. Una mayor oferta de leña proveniente de plantaciones forestales podría estar reduciendo la presión extractiva sobre el bosque nativo. Además, invertir en plantaciones forestales puede ser una forma de mantenerse competitivo en el mercado de la leña.

En resumen, la producción de leña para venta se produce como consecuencia de otros factores y no es un objetivo de producción en sí, al menos para buena parte de propietarios-usufructuarios de bosque nativo. Esto tiene varias implicancias, ya que sólo en un pequeño porcentaje de las explotaciones la producción de leña para venta es una actividad permanente, mientras que en muchas otras surge como un producto secundario, y la decisión de producir leña para venta es muy específica del lugar y las condiciones que se presentan. La producción de leña también puede ser contra-cíclica: cuando aumentan las oportunidades extraprediales (periodos de crecimiento) el bosque no se interviene, a la espera de periodos recesivos en donde la venta de leña puede suplir ingresos no percibidos (desempleo).

En definitiva, en la región de los Ríos la producción de leña para venta no sería un factor permanente ni tan significativo en la degradación del bosque nativo como la literatura señala, especialmente en un contexto de mayor especialización de la producción en torno a plantaciones forestales. Los resultados también muestran áreas donde sí existiría una relación directa entre producción de leña y degradación, en las cuales podrían enfocarse los programas públicos. Lugares donde se esperaría una cosecha más

¹⁷ El Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL) ha aumentado la producción de leña proveniente de plantaciones forestales, ya que son más competitivas que el bosque nativo pues son más baratas y fáciles de explotar. En 2003, antes de la creación de SNCL, sólo el 4% de la leña que se consumía en Valdivia provenía de plantaciones forestales, lo que llegó al 37% en 2014 (Reyes, 2017).

Figura 10.
Causas subyacentes de la producción de leña para venta.



Nota: la figura muestra las dos variables que más se relacionan con la producción de leña para venta: la cobertura de bosque nativo (eje x) y la importancia del ingreso extrapredial (eje y). Los círculos negros representan contextos sociales donde hay una mayor probabilidad de que el propietario/usufructuario de la explotación decida producir leña para venta como consecuencia de una decisión primaria, mientras que los círculos blancos representan lo contrario (producción de leña para venta es una decisión secundaria o consecuencia). Los círculos grises representan estados intermedios donde la naturaleza de la decisión no está clara. Las flechas corresponden a factores que fortalecen o debilitan cada contexto.

intensa debido a ciertas características de las explotaciones y los tomadores de decisión: menos oportunidades extraprediales, baja escolaridad y tenencia informal de la tierra, entre otros. Estos resultados se basan en un muestreo de corte transversal, por tanto representan una imagen de un momento específico, mientras que el uso del bosque nativo es dinámico y cambiante. Debido a la modernización de la economía y el aumento de las oportunidades fuera de la explotación, se espera una reducción de la producción de leña proveniente de bosque nativo y un aumento de la oferta proveniente de plantaciones forestales. Esta sustitución le permite al bosque nativo recuperarse, aunque no queda claro si este cambio es permanente o parte de un ciclo de uso y no uso.

La teoría de transición forestal señala que la superficie de bosque nativo disminuye hasta un punto en que el ingreso del país aumenta y el proceso cambia de dirección. Dado que la leña es el principal producto maderero extraído de los bosques nativos en la región de los Ríos, una mayor dependencia del

abastecimiento de leña en plantaciones forestales podría facilitar dicho proceso.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue financiada por CONICYT - Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile - a través del proyecto FONDECYT N° 1160857 y el proyecto FONDEF N° D0811056, the Rufford Foundation (UK) y el Instituto Forestal de Chile (INFOR). Nuestros agradecimientos especiales a nuestros colegas Carlos Bahamondes y Rodrigo Mujica (INFOR), Oscar Thiers y Gustavo Blanco (Universidad Austral de Chile), y Adison Altamirano (Universidad de la Frontera).

6. REFERENCIAS

- Ahrends, A., Burgess, N.D., Milledge, S.A.H., Bulling, M.T., Fisher, B., Smart, J.C.R., Clarke, G.P., Mhoru, B.E., Lewis, S.L., 2010. Predictable waves of sequential forest degradation and biodiversity loss spreading from an African city. *PNAS* 107, 14556-14561.
- Allison, P.D., 2012. Logistic regression using SAS®: Theory and Application. Second edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Amacher, G.A., Hyde, W.F., Kanel, K.R., 1996. Household fuelwood demand and supply in Nepal's tarai and mid-hills: Choice between cash outlays and labor opportunity. *World Development* 24, 1725-1736.
- Armesto, J.J., Rozzi, R., León-Lobos, P., 1995. Ecología de los bosques chilenos: síntesis y proyecciones, in: Armesto, J.J., Villagran, C., Arroyo, M.K. (eds.), *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Bailis, R., Drigo, R., Ghilardi, A., Masera, O., 2015. The carbon footprint of traditional woodfuels. *Nature Climate Change* 5, 266-272.
- Baland, J., Bardhan, P., Das, S., Mookherjee, D., Sarkar, R., 2010. The environmental impact of poverty: evidence from firewood collection in rural Nepal. *Economic Development and Cultural Change* 59, 23-61.
- Bensel, T., 2008. Fuelwood, deforestation, and land degradation: 10 years of evidence from Cebu Province, The Philippines. *Land Degradation and Development* 19, 587-605.
- Bhatt, B.P., Sachan, M.S., 2004. Firewood consumption pattern of different tribal communities in Northeast India. *Energy Policy* 32, 1-6.
- Burschel, H., Hernández, A., Lobos, M., 2003. Leña, una fuente de energía renovable para Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Carmona, A., Nahuelhual, L., Echeverría, C., Báez, A., 2010. Linking farming systems to landscape change: An empirical and spatially explicit study in southern Chile. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139, 40-50.
- Castillo, C., 2001. *Estadística climatología Tomo II*. Dirección Meteorológica de Chile, Climatología y Meteorología Aplicada. Santiago, Chile.
- CNE (Comisión Nacional de Energía), 2016. Balance energético 2013. Disponible en: <http://datos.energiaabierta.cne.cl/dataviews/90535/-/>
- CONAF (Corporación Nacional Forestal), 2008. Catastro de uso del suelo y vegetación. Monitoreo y actualización Región de Los Ríos. Periodo 1998-2006. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.
- Cooke, P., Köhlin, G., Hyde, W.F., 2008. Fuelwood, forests and community management - evidence from household studies. *Environment and Development Economics* 13, 103-135.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Suttonkk, P., Van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.
- Cruz, P., Honeyman, P., Bascuñan, A., Duarte, E., Torres, J., Sell, J., Welzel, G., Bahamondez, A., Ahumada, I., Cárdenas, M.I., Flores, J.P., 2016. Apoyo en la generación y análisis de las causas de la deforestación, degradación forestal y no aumentos de existencias de carbono forestal, identificándose opciones estratégicas para enfrentarlas en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) de Chile. Universidad Mayor (OTERRA), Ernst Basler + Partner, Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo, Centro de Información de Recursos Naturales. Estudio encargado por la Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile.
- Cruz, P., Lobo, E., Leyton, G., 2005. Análisis de las proposiciones de uso de bosque nativo contenidas en los planes de manejo del DL 701, para el periodo 1974 al 2010. *Bosque Nativo* 37, 10-15.
- De la Fuente, J., Calderón, C., Torres, J., 2013. Informe final programa Ley de Bosque Nativo. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.
- Deweese, P.A., 1989. The woodfuel crisis reconsidered: Observations on the dynamics of abundance and scarcity. *World Development* 17, 1159-1172.
- Dinerstein, E., Olson, D., Graham, D.J., Webster, A.L., Primm, S.A., Bookbinder, M.P., Ledec, G., 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank. Washington DC. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/957541468270313045/A-conservation-assessment-of-the-terrestrial-ecoregions-of-Latin-America-and-the-Caribbean>
- DMC (Dirección Meteorológica de Chile), 2012. Descripción climatológica Región de Los Ríos y Los Lagos. Disponible en: http://www.meteochile.cl/climas/climas_decima_region.html
- Donoso, C., 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- Echeverría, C., Newton, A.C., Lara, A., Rey Benayas, J.M., Coomes, D.A., 2007. Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape of southern Chile. *Global Ecology and Biogeography* 16, 426-439.
- Echeverría, C., Coomes, D.A., Hall, M., Newton, A.C., 2008. Spatially explicit models to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile. *Ecological Modelling* 212, 439-449.
- Eckholm, E., 1975. The other energy crisis. Paper N° 1. Worldwatch Institute. Washington, U.S.A.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2010. Criteria and indicators for sustainable woodfuels. FAO Forestry Paper 160. Rome, Italy.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2013. FAOSTAT Forestry Production and Trade. Disponible en: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/F/*E
- Goh, C.S., Junginger, M., Cocchi, M., Marchal, D., Thrän, D., Hennig, C., Heinimö, J., Nikolaisen, L., Schouwenberg, P., Bradley, D., Hess, R., Jacobson, J., Ovard, L., Deutmeyer, M., 2013. Wood pellet market and trade: a global perspective. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 7, 24-42.
- Gómez-Lobo, A., Lima, J.L., Hill, C., Meneses, M., 2006. Diagnóstico del mercado de la leña en Chile. Informe Final preparado para la Comisión Nacional de Energía. Centro Micro Datos. Departamento de Economía, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O., Townshend, J.R.G., 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342, 850-853.
- Heltberg, R., 2002. Property rights and natural resource management in developing countries. *Journal of economics Surveys* 16, 189-214.
- Heltberg, R., Arndt, T.C., Sekhar, N.U., 2000. Fuelwood consumption and forest degradation: a household model for domestic energy substitution in rural India. *Land Economics* 76, 213-232.
- INFOR (Instituto Forestal), 2013. Anuario forestal 2013. Boletín técnico N° 140, Santiago, Chile.
- INFOR (Instituto Forestal), 2015. Encuesta residencial urbana sobre consumo de energía, uso de combustibles derivados de la madera, estado higrotérmico de las viviendas y calefacción en las ciudades de Valdivia, La Unión y Panguipulli. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera. Valdivia, Chile.
- Joshi, O., Mehmood, S.R., 2011. Factors affecting nonindustrial private forest landowners' willingness to supply woody biomass for bioenergy. *Biomass and Bioenergy* 35, 186-192.
- Kissinger, G., Herold, M., De Sy, V., 2012. Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Lexeme Consulting, Vancouver, Canada.
- Lara, A., Solari, M.E., Prieto, M., Peña, M.P., 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, 13-23.
- Marín, S., Nahuelhual, L., Echeverría, C., Grant, W.E., 2011. Projecting landscape changes in southern Chile: Simulation of human and natural processes driving land transformation. *Ecological*

Modelling 222, 2841- 2855.

Ministerio de Desarrollo Social (Ministry of Social Development). 2013. Casen 2013. Educación. Síntesis de resultados. Disponible en: http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/documentos/Casen2013_Educacion.pdf

Miranda, A., Altamirano, A., Cayuela, L., Pincheira, F., Lara, A., 2015. Different times, same story: Native forest loss and landscape homogenization in three physiographical areas of south-central of Chile. *Applied Geography* 60, 20-28.

Mon, M.S., Mizoue, N., Htun, N.Z., Kajisa, T., Yoshida, S., 2012. Factors affecting deforestation and forest degradation in selectively logged production forest: A case study in Myanmar. *Forest Ecology and Management* 267, 190-198.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., B. da Fonseca, G.A., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858.

Ortega, V., Reyes, R., Schueftan, A., González, A., 2016. Contaminación atmosférica: atacando el síntoma, no la enfermedad. Análisis de los sistemas de calefacción residencial y los programas de descontaminación atmosférica en la Región de Los Ríos. *Bosques, Energía y Sociedad* 3, 1-24.

Reyes, R., 2004. Umbrales de sostenibilidad para comunidades humanas rurales en áreas forestales. Tesis de magister. Facultad de Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 99 p.

Reyes, R., 2013. Consumo de combustibles derivados de la madera en Chile, in: Reyes, R., Neira, E. (eds.), *Leña: energía renovable para la conservación de los bosques nativos de Chile*. MIRA ediciones. Valdivia, Chile.

Reyes, R., 2017. Consumo de combustibles derivados de la madera y transición energética en la Región de Los Ríos, Período 1991-2014. *Bosques, Energía y Sociedad* 6, 1-20.

Reyes, R., Nelson, H., Navarro, F., Retes, C., 2015. The firewood dilemma: Human health in a broader context of well-being in Chile. *Energy for Sustainable Development* 28, 75-87.

Reyes, R., Blanco, G., Lagarrigue, A., Rojas, F., 2016. Ley de Bosque Nativo: desafíos socioculturales para su implementación. Instituto Forestal. Valdivia, Chile.

Rudel, T.K., 2013. The national determinants of deforestation in sub-Saharan Africa. *Phil Trans Royal Society B* 368, 1-7.

Rueda, C.V., Baldi, G., Gasparri, I., Jobbágy, E.G., 2015. Charcoal production in the Argentine Dry Chaco: Where, how and who? *Energy for*

Sustainable Development 27, 46-53.

Sims, R.E.H., Schock, R.N., Adegbulugbe, A., Fenhann, J., Konstantinaviciute, I., Moomaw, W., Nimir, H.B., Schlamadinger, B., Torres-Martínez, J., Turner, C., Uchiyama, T., Vuori, S.J., Wamukonya, N., Zhang, X., 2007. Energy supply. In: Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A. (eds.), *Climate change 2007: mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 251-322. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press.

Størdal, S., Lien, G., Baardsen, S., 2008. Analyzing determinants of forest owners' decision-making using a sample selection framework. *Journal of Forest Economics* 14, 159-176.

Thompson, I. D., Guariguata, M.R., Okabe, K., Bahamondez, C., Nasi, R., Heymell, V., Sabogal, C., 2013. An operational framework for defining and monitoring forest degradation. *Ecology and Society* 18, 20.

Walker, J., Ben-Akiva, M., 2002. Generalized random utility model. *Mathematical Social Sciences* 43, 303-343.

BES

BOSQUES | ENERGÍA | SOCIEDAD

Número 07 | DIC. 2017

Proyecto apoyado por

