



Análisis de subsidio al sector silvícola de la región del Biobío, Chile

Subsidy analysis to the forestry sector of the Biobío region, Chile

Cristian Mardones¹ y Andrea Hernández²

¹ Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial. Concepción, Chile.

² Universidad de Concepción. Programa de Magister en Ingeniería Industrial. Concepción, Chile. andrea.hernandez.cid@gmail.com

* Autor de correspondencia. crismardones@udec.cl

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es evaluar, desde una perspectiva económica y ambiental, los impactos de la aplicación de un subsidio a la plantación forestal sobre los sectores económicos de la región del Biobío, Chile. Para ello se utiliza el modelo de precios de Leontief que permite simular impactos sobre los precios sectoriales, consumo, gasto fiscal, índice de precios y emisiones. Los resultados muestran que si se renueva el subsidio que estuvo vigente hasta el año 2012 en Chile, los precios en el sector silvícola se reducirían en 11,74%, mientras que los precios de sectores relacionados como madera y muebles, agropecuario y celulosa y papel presentarían reducciones de 0,94%, 0,54% 0,42%, respectivamente. Lo anterior estimularía la producción del sector silvícola favoreciendo la captura de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, debido al encadenamiento productivo, la contribución del subsidio al total de la producción de todos los sectores equivaldría a 0,11% del PIB regional, a partir de un gasto fiscal de 0,03% del PIB regional.

PALABRAS CLAVE: incentivo, insumo-producto, modelo de precios de Leontief, plantaciones forestales.

ABSTRACT

The objective of the present study is to evaluate, from an economic and environmental perspective, the impacts of the use of a forest plantation subsidy on economic sectors of the Biobío Region, Chile. The Leontief price model is used to simulate the impacts on sectoral prices, consumption, fiscal expenditure, price index and emissions. The results show that if the subsidy that expired in 2012 was renewed in Chile, prices in the forestry sector would be reduced by 11,74%, while prices in related sectors such as wood and furniture, agriculture, and cellulose and paper, would present reductions of 0,94%, 0,54% and 0,42%, respectively. This would stimulate the production of the forestry sector favoring the capture of emissions of greenhouse gases. In addition, due to the productive linkage, the contribution of the subsidy to the total production of all sectors would be equivalent to 0,11% of regional GDP, based on fiscal expenditure of 0,03% of regional GDP.

KEYWORDS: incentive, input-output, Leontief price model, forest plantation.

INTRODUCCIÓN

En Chile el sector forestal aportó 2,6% del PIB en 2015, siendo el tercer sector exportador a nivel nacional con 8,7% del total (Gysling *et al.*, 2017). En particular, la economía de la región del Biobío se caracteriza por la gran importancia de la actividad forestal. Las actividades económicas relacionadas directamente con el sector forestal aportan 17,3% al PIB regional y aproximadamente 70% de las exportaciones regionales provenientes

de la industria de la madera, celulosa y papel (Mardones y Gallardo, 2012).

El sector forestal requiere de bosques y plantaciones que aseguren su actividad presente y futura. Chile siempre ha tenido bosques importantes, pero fue hasta mediados de la década de 1970 que decidió fomentar el proceso industrial del sector para abastecer la demanda externa. El subsidio del Decreto Ley 701 de 1974 tuvo como objetivo

impulsar el desarrollo forestal de Chile mediante una bonificación directa, pagadera en dinero dentro de un plazo de un año, de 75% de los costos de la plantación y manejo por dos podas (administración anual y poda). Debido al efecto de este incentivo, la superficie forestal se incrementó notablemente en las últimas décadas. Para el período 1975-2014 se forestaron y reforestaron anualmente más de 95 500 hectáreas en promedio. Asimismo, casi 90% de la superficie forestada y reforestada se ha concentrado en las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Lagos y Los Ríos (Programa de Gestión Económica y Ambiental, 2015); sin embargo, en diciembre de 2012 expiró la vigencia de este sistema de incentivos aun cuando se siguen pagando fondos comprometidos en años previos.

La eliminación de este incentivo se puede explicar porque su aplicación es costosa y requiere de recursos públicos que podrían ser utilizados para otras políticas. Por ello, la estimación de sus impactos resulta trascendental para determinar su bondad, o bien que se puedan redireccionar esos recursos hacia otros sectores que tengan mayor efecto multiplicador sobre la economía, permitiendo el crecimiento económico y la generación de empleo. Para ello, resulta valioso el uso de modelos regionales de insumo-producto que permiten estudiar las relaciones entre los diferentes sectores de la economía.

Los incentivos fiscales han sido un método popular para inducir la plantación de árboles de forma industrial, a fin de impulsar el desarrollo forestal de un país o región. Estos incentivos pueden adoptar la forma de subsidios, créditos blandos con bajas tasas de interés, programas de fomento y deducciones del pago de impuestos, entre otros. Por ello, se han estudiado diversos tipos de incentivos, como por ejemplo las políticas de conservación basadas en el pago de servicios ambientales para reducir la deforestación (Da Conceição, Börner y Wunder, 2015), instrumentos para fomentar la plantación de árboles en zonas privadas (Ruseva, Evans y Fischer, 2015), los subsidios y su rol en las plantaciones forestales (Shigematsu y Sato, 2013) y también los planes de subsidios implementados en Cataluña (Prokofieva y Gorritz, 2013). Asimismo, el estudio de los incen-

tivos fiscales se ha orientado para investigar la eficacia de las nuevas reformas de tenencia forestal en China que han dado derechos de propiedad a los agricultores locales (Chen e Innes, 2013), o para simular diferentes incentivos para reducir el pago de impuestos sobre la inversión silvícola, concluyendo que los incentivos fiscales son eficaces para estimular la inversión y mejorar el rendimiento de la productividad industrial (Ghebremichael y Potter-Witter, 2009). Se han evaluado además para relacionar la degradación y posterior recuperación forestal en India con el desarrollo económico, la industrialización y la urbanización (Singh, Bhojvaid, de Jong, Ashraf y Reddy, 2017).

Por otro lado, la literatura de insumo-producto cubre una amplia gama de temas; entre ellos se incluye al crecimiento económico, la interdependencia económica, la distribución del ingreso, el empleo, la inversión, la migración, el consumo de energía y el medioambiente. Lo anterior a través de marcos analíticos estáticos o dinámicos y niveles de análisis variados como firmas, sectores industriales, áreas metropolitanas, regiones, múltiples regiones, países individuales, grupos de países y también el mundo (Petty y Kärhä, 2011). El modelo insumo-producto permite modelar los cambios en el consumo de recursos, emisiones ambientales producción de bienes y servicios para diversas políticas impositivas (Choi, Bakshi, Hubacek y Nader, 2016); en China ha servido también para investigar la distribución de los recursos forestales en los diversos sectores económicos (Chen, Xu y Liu, 2015). En Irlanda, se ha utilizado para determinar el impacto económico de los sectores silvícola e industria de la madera mostrando que estos sectores asociados al rubro forestal serían afectados por la energía, el cambio climático las políticas de desarrollo agrícola y rural (Dhubháin, Fléchar, Moloney y O'Connor, 2009). Finalmente, en Escocia se han investigado los impactos económicos para escenarios alternativos de desarrollo forestal a través de una matriz de insumo-producto regional con el fin de calcular cómo los cambios en la producción del sector forestal afectan a otros sectores de la economía en términos de producción, ingreso y empleo (Thomsona y Psaltopoulos, 2005).



Muchas veces se requiere regionalizar matrices de insumo-producto nacional para realizar análisis en regiones específicas, pues es difícil contar con matrices construidas a nivel regional. Algunos estudios que han utilizado técnicas de regionalización incluyen a Morrissey (2014) quien estima el impacto de los vínculos intersectoriales del sector marítimo en Irlanda. Por su parte, Hernández (2012) realiza un análisis insumo-producto regional en Colombia, mientras que Romero y Mastronardi (2012) utilizan el análisis de insumo-producto para estudiar el comercio interregional en dos regiones de Argentina y Stoeckl (2012) estima matrices insumo-producto basado en técnicas indirectas para la zona norte de Australia.

Por otra parte, el modelo de precios de Leontief es útil para el análisis de subsidios explícitos e incluso se puede extender para analizar subsidios implícitos en los cuales los productos se venden a precios más bajos que los que prevalecerían en el mercado (Sharify, 2013). Por ejemplo, Jiang y Tan (2013) muestran que la eliminación de subsidios a la energía tiene un impacto significativo en el sector industrial, demostrando que el petróleo es el energético más afectado, seguido de la electricidad, el carbón y el gas natural.

OBJETIVOS

Examinar los efectos inducidos por la renovación del subsidio a la plantación forestal establecido en el Decreto Ley 701 de 1974 sobre los precios, la producción, el consumo, el gasto fiscal y las emisiones de gases de efecto invernadero en la región del Biobío. Para ello se aplica el modelo de precios de Leontief; los resultados permitirán concluir si la existencia de un subsidio en el subsector sector silvícola tiene impactos económicos y ambientales relevantes en esta región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo de insumo-producto

Las matrices insumo-producto (MIP) proporcionan un análisis detallado del proceso de producción y de la utilización de los bienes y servicios que se producen en un país

(o región) o que se importan del resto del mundo y, además, permiten conocer cómo se distribuye el ingreso generado en dicha producción (Schuschny, 2005; Leontief, 1975). Un esquema típico de la información contenida en una MIP es presentado en la tabla 1.

Por otra parte, la relación entre la producción de bienes y servicios queda reflejada en una serie de relaciones. Así, el destino de la producción del sector i -ésimo puede diferenciar en consumo intermedio (X_{ij}) o demanda final (y_i) (Ec. 1):

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + y_i \quad 1 \leq i \leq n \quad (1)$$

A partir de una MIP se puede construir un modelo de insumo-producto que busca describir la interdependencia estructural que existe entre los diversos sectores de una economía. Para ello, se asume que la función de producción es lineal y, por tanto, el nivel de producción que el sector i -ésimo vende al j -ésimo es una proporción constante del nivel de producción de ese sector, es decir (Ec. 2):

$$X_{ij} = \alpha_{ij} X_i \quad 1 \leq i \leq n \quad 1 \leq j \leq n \quad (2)$$

Donde: α_{ij} = coeficiente técnico, el cual implica que la productividad marginal de cada insumo es constante e igual a su productividad media; así, la función de producción de la economía se puede expresar en forma matricial como lo muestran las expresiones 3 y 4:

$$AX + y \quad (3)$$

cuyos componentes son:

$$A \equiv \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}; X \equiv \begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix}; y \equiv \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \quad (4)$$

Donde: A = matriz de requerimientos directos, cuyos elementos de la matriz indican la proporción en la que un insumo es demandado para generar una unidad de producto. Entonces, mediante álgebra matricial, se obtiene la expresión del modelo insumo-producto de Leontief (Ec. 5):

TABLA 1. Esquema de la matriz insumo-producto.

	Sector 1	...	Sector <i>n</i>	Consumo de hogares	Consumo de Instituciones sin fines de lucro	Consumo de gobierno	Formación bruta de capital fijo	Variación de existencias	Exportaciones	Producción a precios básicos
Sector 1	Consumo intermedio nacional			Demanda final					Valor bruto de producción	
Importaciones	Consumo intermedio importado									
Aranceles										
Remuneraciones										
Excedente bruto de explotación	Valor agregado									
Impuestos netos sobre la producción										
Producción a precios básicos	Valor bruto de producción									

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Central de Chile.

$$X = (I - A)^{-1}y \tag{5}$$

Donde: *I* = matriz de identidad. La matriz (*I* - *A*) se conoce como matriz de Leontief, mientras que la matriz (*I* - *A*)⁻¹ se denomina matriz inversa de Leontief. Los elementos de la matriz inversa de Leontief cuantifican el impacto sobre el sector *i*-ésimo de un cambio en la demanda final neta de importaciones del sector *j*-ésimo. Estos coeficientes capturan efectos multiplicativos directos e indirectos, ya que el producto de cada sector afectado deberá impactar no solo sobre sí, sino también sobre los demás sectores que lo utilizan como insumo.

Modelo de precios de Leontief

El modelo de insumo-producto también ofrece un esquema para analizar la estructura de precios para los distintos productos de una economía. Sea *p_j* el precio unitario del producto *j*, entonces el costo de los insumos, en términos de una unidad del sector *j* es: $\sum_{i=1}^n p_i a_{ij}$. Así, el valor agre-

gado (remuneraciones, excedente bruto de explotación e impuestos) por unidad de producto *va_j*, es la diferencia entre el precio del producto y esta última cantidad (Ec. 6) (Schuschny, 2005):

$$va_j = \frac{VA_j}{X_j} = p_j - \sum_{i=1}^n p_i a_{ij} \tag{6}$$

Al incorporar los precios dentro de la estructura del modelo y suponiendo que los precios sectoriales son iguales a los costos medios de producción, el precio unitario de la producción en cada sector *p_j* se puede expresar como el costo total en insumos intermedios y el valor agregado (Ec. 7) (Llop, 2008):

$$p_j = (1 + \tau_j)[\sum_{i=1}^n p_i a_{ij} + va_j + (1 + t_j^m) p_j^m m_j] \tag{7}$$

Donde: *p_j* = precios de producción en el sector *j*; *τ_j* = impuesto *ad-valorem* sobre la producción; *a_{ij}* = coeficientes técnicos insumo-producto; *va_j* = valor agregado (pago a trabajo y capital) del sector *j*; *p_j^m* = precio de las importaciones; *m_j* =



coeficiente de importaciones; y t_j^m = tasa *ad-valorem* del arancel sobre las importaciones en el sector j .

En este contexto, el impacto generado por la aplicación de un subsidio (S_j) (en la estructura de costos del sector j (silvícola) se puede evaluar a partir de la ecuación 8:

$$p_j^S = (1 + \tau_j)(1 - S_j)[\sum_{i=1}^n p_i a_{ij} + va_j + (1 + t_j^m) p_j^m m_j] \quad (8)$$

La ecuación 8 se puede expresar en forma matricial (Ec. 9):

$$(I - A^*) p^S = b \quad (9)$$

Donde: A^* = transpuesta de la matriz de coeficientes técnicos que incorpora la aplicación de un subsidio al sector j (silvícola); y b = vector de valor agregado más importaciones por cada unidad de producto, e incluye las variables de capital, mano de obra y de insumos importados (Ec. 10):

$$A^* = \begin{bmatrix} \frac{\tau_1}{(1+\tau_1)} + a_{11} & \dots & a_{j1} & \dots & a_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{1j} & \dots & \frac{\tau_j - \tau_j S_j - S_j}{(1+\tau_j)(1-S_j)} + a_{jj} & \dots & a_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{1n} & \dots & a_{jn} & \dots & \frac{\tau_n}{(1+\tau_n)} + a_{nn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Así, los precios de producción de todos los sectores, luego de aplicar el subsidio al sector silvícola, quedarán determinados de acuerdo con la operación matricial 11:

$$p^S = [(I - A^*)]^{-1} b = [(I - A^*)]^{-1} b \quad (11)$$

El impacto de un subsidio al sector j (silvícola) también induce cambios en el índice de precios al consumidor (ΔIPC_c) (Ec. 12). Donde: p_i = precio de producción del sector i ; y α_i = participación de los productos del sector i como la proporción de los productos totales consumidos en la economía¹.

$$\Delta IPC = [\sum_{i=1}^n p_i^S \alpha_i - \sum_{i=1}^n p_i \alpha_i] / \sum_{i=1}^n p_i \alpha_i \quad (12)$$

El gasto fiscal generado por un subsidio (GF) se evalúa con la ecuación 13:

$$GF = \sum_{i=1}^n S_j p_i^S X_i^S \quad (13)$$

Además, el impacto del subsidio sobre el gasto del consumidor (ΔC) puede analizarse mediante la expresión 14:

$$\Delta C = C^S - C = \sum_{i=1}^n p_i^S C_i - \sum_{i=1}^n p_i C_i \quad (14)$$

Donde: p_i y p_i^S = precios de consumo antes y después de la aplicación de un subsidio; C_i = consumo de bienes del sector i . Cualquier valor negativo en ΔC corresponde a una situación donde existe un beneficio para el consumidor, puesto que involucra un gasto menor en el consumo de bienes y servicios.

Los cambios en los precios sectoriales inducidos por la existencia de un subsidio también podrían reflejarse en la producción total. Estos efectos se pueden evaluar asumiendo que el cambio en los precios genera un cambio inversamente proporcional en la producción, lo que mantendría el valor de la producción sectorial antes y después de que el subsidio sea aplicado. Así, la nueva producción sectorial del sector i , después de la aplicación de un subsidio X_i^S se puede calcular con la ecuación 15:

$$X_i^S = p_i X_i / p_i^S \quad (15)$$

Luego, usando el supuesto de proporcionalidad del enfoque de insumo-producto, las emisiones totales de contaminantes de cada sector están directamente vinculadas a la producción total de ese sector. Por tanto, se pueden aproximar las emisiones sectoriales nuevas (E_i^S) que se generan después de la aplicación de un subsidio por (Ec. 16):

$$E_i^S = e X_i^S \quad (16)$$

¹ El vector de consumo final regional se obtuvo a partir del cuadrante de utilización final total a precio de usuarios de la MIP de Chile del año 2008, considerando la proporción del PIB regional respecto al PIB nacional.

En este estudio se consideran dos contaminantes relacionados con el calentamiento global. El CO₂ asociado principalmente a la quema de combustibles fósiles y el CO₂e que es una medida utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero; es decir, incluye el CO₂ y también los efectos del metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y otros gases de larga vida. Adicionalmente, para esta investigación el CO₂e incluye la captura de emisiones de CO₂; esto es relevante porque el subsidio se aplica al sector silvícola que basa su actividad en la plantación de árboles.

En Chile, se publican los datos oficiales para este tipo de contaminantes en un inventario de gases de efecto invernadero, el cual registra la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos o eliminados hacia la atmósfera durante un año. Sin embargo, el inventario no incluye la desagregación sectorial ni regional requerida en este trabajo, por lo que se asume que las emisiones de CO₂ y CO₂e por unidad producida a nivel sectorial son similares a nivel regional y nacional (Tabla 2). Estas últimas fueron extraídas de un estudio realizado por Muñoz y Mardones (2016).

Regionalización de la MIP

Para desarrollar este trabajo se requiere una MIP regional, la cual no está actualizada para la región del Biobío dado que la existente tiene datos oficiales de 1996. Por ello, se decidió construir una MIP regional actualizada con una técnica indirecta, la cual consiste en tomar información de la MIP de Chile² modificando los coeficientes técnicos con ciertos factores de ajuste que dependen del PIB sectorial a nivel nacional y regional. Esta técnica es muy utilizada para hacer evaluaciones a nivel regional, ya

² Específicamente, se utilizó la matriz insumo-producto de Chile del año 2008, que es la versión oficial más reciente a la fecha de elaboración de este estudio (segundo semestre de 2016) y que está desagregada a 111 sectores; luego, para hacer manejable esta información se redujo a una matriz desagregada a 21 sectores. El Banco Central de Chile también publicó la MIP 2010, MIP 2011 y MIP 2012 pero las eliminó posteriormente de su sitio web probablemente porque se detectaron errores en su elaboración. Finalmente, en estos últimos meses se publicó la MIP 2013. Dado que la estructura económica intersectorial sobre la utilización de insumos cambia muy lentamente a través del tiempo, utilizar la MIP del 2008 no debería afectar sustancialmente los resultados obtenidos, como lo demuestran Mardones y Muñoz (2017) al analizar los coeficientes técnicos en el sector eléctrico chileno para la MIP 2008 y MIP 2010.

que en muchos países no hay disponibilidad de MIP regionales o no están suficientemente actualizadas (Bonfiglio y Chelli, 2008; Miller y Blair, 2009; Flegg y Tohmo, 2013).

Los datos oficiales del PIB regional publicados por el Banco Central de Chile se encuentran desagregados solo en 12 sectores productivos, por lo que se tuvo que generar una mayor desagregación sectorial debido a que se requería la apertura de los sectores agropecuario-silvícola e industria manufacturera. El criterio para la desagregación sectorial fue la disponibilidad de datos y la intensidad de uso de insumos silvícolas en los otros sectores económicos, ya que el subsidio se aplica solo al sector silvícola y, además, porque la industria manufacturera incluye subsectores que también se verían afectados por la existencia de este subsidio a través del encadenamiento productivo³.

Para el análisis insumo-producto regional es necesario hacer ajustes a la información nacional utilizando métodos de estimación indirectos como los coeficientes de localización (LQ). Esta propuesta metodológica asume que los coeficientes técnicos regionales (α_{ij}^R) se derivan de los nacionales (α_{ij}^N) a partir de un efecto multiplicativo surgido de un factor de participación dentro del comercio regional (Ec. 17) (Tohmo, 2004).

$$\alpha_{ij}^R = LQ \alpha_{ij}^N \quad (17)$$

Los coeficientes de localización inicialmente utilizados en la literatura fueron el coeficiente de localización simple (SLQ_i) y el coeficiente de localización interindustrial ($CILQ_{ij}$). Los cuales se definen en las ecuaciones 18 y 19:

$$SLQ_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^R}{\sum_{i=1}^n x_i^N} \quad (18)$$

³ Para desagregar el PIB regional se mantuvo la misma participación que tenía el pago al factor trabajo respecto del factor capital a nivel nacional en cada uno de los 21 sectores analizados. Además, para calcular el pago al factor trabajo a nivel regional en cada una de estos 21 sectores se utilizaron datos de remuneraciones de la Encuesta CASEN que fueron pagados por los diversos sectores en la región del Biobío.



Un $SLQ_i < 1$ indica que la industria i está subestimada en la economía regional y no puede satisfacer toda la demanda de insumos regionales. En tales casos, el coeficiente de insumo nacional para el sector i se reduce multiplicándolo por SLQ_i , estableciendo así una asignación para las “importaciones” de otras regiones. Por el contrario, si $SLQ_i \geq 1$, indica que la industria que vende el insumo es capaz de satisfacer todas las demandas de insumos regionales, por lo que no se hace ningún ajuste al coeficiente nacional (Morrissey, 2014).

$$CILQ_{ij} = \frac{SLQ_i}{SLQ_j} \quad (19)$$

Los coeficientes de localización interindustrial miden para la región la importancia relativa de la industria oferente respecto a la industria compradora. Un $CILQ_{ij} < 1$ indica que la industria que vende los insumos es relativamente más pequeña que la industria que los compra, por lo tanto, se deberá demandar insumos de otras regiones; esto significa que el coeficiente nacional deberá ajustarse multiplicándose por el $CILQ_{ij}$, con un correspondiente ajuste al alza del coeficiente de importación. Al igual que el SLQ_i no se realiza ningún ajuste si el $CILQ_{ij}$ es igual a 1 (Flegg, Webber y Elliott, 1995).

Flegg, Webber y Elliott (1995) propusieron un nuevo coeficiente de localización denominado FLQ_{ij} ajustado. De acuerdo con Tohmo (2004), este coeficiente entrega mejores estimaciones que SLQ_i y $CILQ_{ij}$ (resultado que es obtenido al comparar MIP regionales oficiales y MIP regionales estimadas con métodos indirectos), por lo cual es utilizado en este trabajo. La fórmula del FLQ_{ij} ajustado toma en cuenta explícitamente el tamaño regional y se define como (ecuaciones 20 y 21):

$$FLQ_{ij} = \lambda CILQ_{ij} \text{ si } i \neq j \quad (20)$$

$$FLQ_{ij} = \lambda SLQ_i \text{ si } i = j \quad (21)$$

Donde: λ = parámetro corrector de ajuste que busca evitar que el peso de la producción regional ($\sum_{i=1}^n X_i^R$) en algunos sectores sea sobrestimado a partir de la produc-

ción nacional ($\sum_{i=1}^n X_i^N$) (Ec. 22). La inclusión del parámetro en la fórmula FLQ_{ij} permite definir la función $\log_2 \left(1 + \frac{x^R}{x^N} \right)^\delta$ al alterar su grado de convexidad; a medida que δ aumenta, también aumenta el peso relativo de las importaciones interregionales. Cuando $\delta = 0$, entonces $FLQ_{ij} = CILQ_{ij}$ (Flegg y Webber, 1997). De acuerdo con simulaciones realizadas por Tohmo (2004), el mejor valor para δ es 0,3, por lo cual es utilizado en este estudio.

$$\lambda = \log_2 \left(1 + \frac{\sum_{i=1}^n x_i^R}{\sum_{i=1}^n x_i^N} \right)^\delta \quad (22)$$

El método FLQ ha sido criticado porque no considera la especialización regional cuando se estima a partir de coeficientes nacionales. Sin embargo, Flegg y Webber (2000) demostraron con datos empíricos para Escocia, que incluir una medida de especialización regional no mejora la estimación de los coeficientes regionales y que el método FQL lo realiza mucho mejor que los métodos SLQ y $CILQ$.

Una vez calculado el PIB regional para los 21 sectores de interés, se estiman los coeficientes SLQ , $CILQ$ y FLQ ajustado. Luego, la regionalización de la MIP se obtiene al multiplicar los coeficientes técnicos a nivel nacional con los coeficientes de localización FLQ ajustados. Los coeficientes técnicos α_{ij}^R estimados para la región del Biobío se presentan en la tabla 3.

Estimación del subsidio aplicado al sector silvícola

El modelo de precios de Leontief requiere para su análisis determinar en cuánto se modificaría el precio en el sector silvícola ante la existencia de un subsidio. Por ello, se utilizaron datos reales de una gran empresa del sector forestal para calcular en cuánto se podrían ver alterados los precios del sector silvícola considerando situaciones con o sin subsidio, para lo cual se construye un flujo de caja a partir de su estructura de ingresos y costos. Los ingresos de venta son valorizados a precios de mercado en US\$ 23 350 ha⁻¹; además, se considera un valor residual del proyecto en el año 25. Por otro

TABLA 2. Coeficientes técnicos estimados para la región del Biobío, Chile.

Sector	Agropecuario	Silvicultura y extracción de madera	Pesca	Minería	Industria Alimentaria	Bebidas y tabaco	Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	Maderas y muebles	Celulosa y Papel	Imprentas y editoriales	Elaboración de combustibles
Agropecuario	0,085	0,044	0,000	0,000	0,113	0,205	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
Silvicultura y extracción de madera	0,028	0,310	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,032	0,016	0,000	0,000
Pesca	0,000	0,000	0,145	0,000	0,108	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Minería	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
Industria Alimentaria	0,041	0,000	0,116	0,005	0,080	0,033	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000
Bebidas y tabaco	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000
Maderas y muebles	0,005	0,001	0,001	0,010	0,002	0,075	0,009	0,537	0,009	0,004	0,001
Celulosa y Papel	0,004	0,000	0,001	0,036	0,021	0,198	0,019	0,002	0,209	0,392	0,005
Imprentas y editoriales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,022	0,001	0,000	0,000	0,045	0,000
Elaboración de combustibles	0,003	0,001	0,004	0,008	0,001	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001	0,003
Química, caucho y plástico	0,004	0,001	0,003	0,021	0,003	0,027	0,004	0,001	0,001	0,006	0,001
Fab. de productos minerales no metálicos	0,002	0,001	0,001	0,010	0,001	0,093	0,002	0,001	0,001	0,002	0,000
Prod. metálicos, maquinaria y equipos	0,004	0,006	0,010	0,173	0,005	0,050	0,011	0,002	0,005	0,010	0,002
Electricidad, Gas y Agua	0,021	0,005	0,007	0,620	0,024	0,108	0,031	0,013	0,039	0,039	0,099
Construcción	0,001	0,000	0,001	0,002	0,000	0,003	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001
Comercio, Restaurantes y hoteles	0,014	0,004	0,009	0,046	0,007	0,041	0,023	0,002	0,003	0,014	0,010
Transporte y Telecomunicaciones	0,007	0,000	0,009	0,055	0,010	0,149	0,008	0,007	0,006	0,015	0,028
Ss. Financieros y Empresariales	0,004	0,001	0,003	0,006	0,002	0,019	0,006	0,001	0,000	0,005	0,004
Servicios Personales	0,004	0,001	0,007	0,136	0,014	0,228	0,027	0,007	0,006	0,059	0,040
Administración Pública	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000

Fuente: Elaboración propia.



TABLA 2. Continuación...

Sector	Química, caucho y plástico	Fabricación de productos minerales no metálicos	Productos metálicos, maquinaria y equipos otros n.c.p.	Electricidad, Gas y Agua	Construcción	Comercio, Restaurantes y hoteles	Transporte y Telecomunicaciones	Ss. Financieros y Empresariales	Servicios Personales	Administración Pública
Agropecuario	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,001	0,001
Silvicultura y extracción de madera	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pesca	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Minería	0,011	0,016	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Industria Alimentaria	0,007	0,001	0,000	0,000	0,001	0,026	0,000	0,000	0,001	0,002
Bebidas y tabaco	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001
Maderas y muebles	0,004	0,002	0,001	0,002	0,078	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Celulosa y Papel	0,046	0,009	0,003	0,010	0,003	0,028	0,002	0,015	0,007	0,004
Imprentas y editoriales	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,001	0,008	0,003	0,002
Elaboración de combustibles	0,006	0,002	0,000	0,002	0,002	0,001	0,007	0,000	0,001	0,001
Química, caucho y plástico	0,021	0,003	0,001	0,000	0,007	0,004	0,001	0,000	0,002	0,003
Fab. de productos minerales no metálicos	0,010	0,071	0,023	0,000	0,069	0,002	0,000	0,001	0,000	0,001
Prod. metálicos, maquinaria y equipos	0,022	0,013	0,034	0,003	0,077	0,020	0,016	0,013	0,008	0,007
Electricidad, Gas y Agua	0,138	0,042	0,015	1,069	0,012	0,060	0,022	0,055	0,025	0,050
Construcción	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,005	0,003	0,008	0,017	0,009
Comercio, Restaurantes y hoteles	0,029	0,020	0,006	0,001	0,024	0,027	0,018	0,010	0,009	0,007
Transporte y Telecomunicaciones	0,029	0,011	0,004	0,002	0,007	0,072	0,094	0,021	0,011	0,011
Ss. Financieros y Empresariales	0,006	0,002	0,002	0,000	0,008	0,026	0,006	0,023	0,013	0,003
Servicios Personales	0,057	0,016	0,016	0,002	0,028	0,075	0,034	0,111	0,058	0,021
Administración Pública	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001

TABLA 3: Emisiones de CO₂ y CO₂e por unidad de producción para la región del Biobío.

Sector	Producción (millones de pesos)	Total emisiones CO ₂	Total emisiones CO ₂ e con captura	Ton CO ₂ /unidad de producción	Ton CO ₂ e/unidad de producción
Agropecuario	208 728	7 189	1 174 572	0,03444	5,62730
Silvicultura y extracción de madera	27 480	648	-694 688	0,02359	-25,28001
Pesca	16 100	7 579	7 605	0,47072	0,47232
Minería	13 614	4 343	4 356	0,31903	0,31995
Industria Alimentaria	481 567	78 337	78 651	0,16267	0,16332
Bebidas y tabaco	13 828	2 249	2 258	0,16267	0,16332
Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	5 865	283	284	0,04833	0,04848
Maderas y muebles	84 261	3 359	3 370	0,03987	0,04000
Celulosa y Papel	156 808	29 835	29 904	0,19026	0,19071
Imprentas y editoriales	2 745	522	524	0,19026	0,19071
Elaboración de combustibles	12 308	705	706	0,05724	0,05738
Química, caucho y plástico	60 418	5 076	5 105	0,08402	0,08449
Fabricación de productos minerales no metálicos	40 445	28 819	29 006	0,71256	0,71716
Productos metálicos, maquinaria y equipos	291 603	27 986	28 129	0,09597	0,09646
Electricidad, Gas y Agua	1 271 074	3 603 452	3 622 015	2,83497	2,84957
Construcción	1 283 030	75 938	75 982	0,05919	0,05922
Comercio, Restaurantes y hoteles	1 698 441	127 894	128 281	0,07530	0,07553
Transporte y Telecomunicaciones	1 340 873	1 797 688	1 803 821	1,34068	1,34526
Ss. Financieros y Empresariales	1 375 785	1 523	1 526	0,00111	0,00111
Servicios Personales	3 844 539	23 926	23 983	0,00622	0,00624
Administración Pública	613 385	5 072	5 084	0,00827	0,00829

Fuente: Elaboración propia con base en Muñoz y Mardones (2016).

lado, la estructura de costos incluye el manejo de la plantación asociado a la primera, segunda, tercera poda y su recuperación. Dado que no se tuvo información oficial desagregada de US\$ ha⁻¹ bonificada por el subsidio del Decreto Ley 701 para la región del Biobío, se procedió al cálculo proporcional de esta información a nivel nacional de acuerdo con la superficie bonificada

por región⁴, estos porcentajes son aplicados luego a cada ítem de bonificación por año. La tasa del costo del capital es 7%⁵, utilizada para inversiones en el sector forestal. No se consideran gastos de depreciación dado

⁴ http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1466433798BonificacionDL701.xls

⁵ La tasa de costo de capital se obtuvo de los datos financieros proporcionados por Aswath Damodaran para el sector papel y productos forestales (ver http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html)



que la maquinaria utilizada en las faenas forestales se contrata mediante servicios externos.

Finalmente, para determinar en cuánto variarían los precios de los rollizos aserrables ante la ausencia del subsidio se simularon dos VAN (valor actual neto), con y sin subsidio, asumiendo que la empresa mantiene el mismo margen de utilidad para un horizonte de inversión de 25 años. A partir de los VAN obtenidos con y sin subsidio (US\$1 221 y US\$961), se determina en cuánto deberían incrementarse los precios de venta en ausencia del subsidio para que ambos VAN sean idénticos. La tasa obtenida es 8,37% y es la que se utiliza en el modelo de precios de Leontief para generar las simulaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio la tasa de subsidio se refiere al porcentaje de rebaja en los precios del sector silvícola ante la presencia de bonificaciones forestales. Sin embargo, para sensibilizar los resultados se presentan dos escenarios para generar intervalos pesimistas y optimistas respecto al impacto del subsidio, estos son 4% y 12%.

En la tabla 4 se observa que al aplicar una tasa de subsidio de 8,37% en el sector silvícola, se presentan disminuciones generalizadas en los precios de producción en casi todos los sectores de la economía regional. La disminución mayor en los precios de producción se da en el mismo sector silvícola (11,74%), seguido del sector madera y muebles (0,94%), agropecuario (0,54%) y celulosa y papel (0,42%). Obtener un impacto negativo en los precios del sector agropecuario de mayor magnitud que en el sector celulosa y papel es algo extraño; sin embargo, esto se explica porque como se puede observar en la tabla 2, el coeficiente técnico del sector celulosa y papel respecto a la utilización de insumos del sector silvícola (0,016) es menor que coeficiente técnico del sector agricultura respecto a la utilización de insumos del sector silvícola (0,028); además, el coeficiente técnico del sector celulosa y papel respecto a la utilización del sector madera es bastante alto (0,209). En términos prácticos, esto significa que según el registro empleado por cuentas nacionales, el sector silví-

cola le vende al sector maderero y este, a su vez, le vende la materia prima con algún grado de procesamiento al sector celulosa y papel, pero la venta directa desde el sector silvícola al sector celulosa y papel es mucho menos relevante. Lo anterior se atribuye también a la integración vertical de las empresas forestales en Chile.

Estos resultados se pueden explicar a través de los coeficientes técnicos regionales representados en la tabla 2. Estos coeficientes registran la necesidad directa de insumos de cada sector para producir una unidad del producto que dicho sector elabora; es decir, representan la proporción en que un insumo es demandado para generar una unidad del producto. Así, el sector silvícola es el más beneficiado con la aplicación de un subsidio por presentar las mayores caídas en los precios debido a que requiere de \$0,31 de insumos del mismo sector para producir \$1 de producción. En segundo lugar está el sector madera y muebles que demanda \$0,032 de insumos del sector silvícola para producir \$1 de producción. Los sectores que le siguen son el agropecuario y celulosa y papel con una necesidad de insumo desde el sector silvícola de \$0,028 y \$0,016, respectivamente, para producir \$1 de producción. Finalmente, este efecto directo se refuerza con el efecto indirecto del encadenamiento productivo; por ejemplo, se puede ejemplificar el caso del sector imprentas y editoriales que requiere de \$0,392 de insumos del sector celulosa y papel para producir \$1 de producción, el cual a su vez demanda insumos directamente del sector silvícola para abastecer su cadena productiva. Por otra parte, el sector bebidas y tabaco demanda \$0,198 del sector celulosa y papel, insumos utilizados para la confección de etiquetas y embalajes de cartón (Tabla 2).

Debido a que la existencia de un subsidio resulta costosa y requiere de recursos públicos para su ejecución, la estimación de sus impactos resulta trascendental para que se evalúe su continuidad o eliminación. Los resultados de las simulaciones muestran que si se mantuviera la tasa de subsidio determinada en la sección previa de 8,37%, se generaría un gasto fiscal de \$2300 millones, lo que equivale a 0,03% del PIB regional. Además, el subsidio tiene un impacto positivo en el gasto de los consumi-

TABLA 4. Variación de precios sectoriales para distintas tasas de subsidios.

Sector	Tasa de subsidio		
	4%	8,37%	12%
Agropecuario	-0,26%	-0,54%	-0,76%
Silvicultura y extracción de madera	-5,72%	-11,74%	-16,56%
Pesca	-0,01%	-0,02%	-0,03%
Minería	0,00%	0,00%	0,00%
Industria Alimentaria	-0,06%	-0,13%	-0,18%
Bebidas y tabaco	-0,12%	-0,26%	-0,36%
Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	-0,02%	-0,04%	-0,06%
Maderas y muebles	-0,46%	-0,94%	-1,33%
Celulosa y Papel	-0,20%	-0,42%	-0,59%
Imprentas y editoriales	-0,07%	-0,14%	-0,19%
Elaboración de combustibles	0,00%	0,00%	0,00%
Química, caucho y plástico	-0,04%	-0,09%	-0,13%
Fabricación de productos minerales no metálicos	0,00%	-0,01%	-0,01%
Productos metálicos, maquinaria y equipos	0,00%	0,00%	0,00%
Electricidad, Gas y Agua	0,00%	-0,01%	-0,01%
Construcción	-0,04%	-0,08%	-0,12%
Comercio, Restaurantes y hoteles	-0,01%	-0,03%	-0,04%
Transporte y Telecomunicaciones	0,00%	0,00%	0,00%
Ss. Financieros y Empresariales	0,00%	-0,01%	-0,01%
Servicios Personales	0,00%	-0,01%	-0,01%
Administración Pública	0,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

dores, puesto que al disminuir los precios es necesario desembolsar menos dinero para obtener la misma cantidad de producto. Específicamente, si el gobierno decide invertir \$2300 millones en subsidios para el sector silvícola, los hogares reducirían su gasto en consumo en \$1462 millones (aproximadamente 64% del gasto fiscal). Por otra parte, el impacto que se produce en el índice de precios al consumidor (IPC) es acotado, ya que presenta valores inferiores a 0,05% en cada uno de los escenarios simulados.

Si se considera que el valor de la producción no es alterado por la política de subsidio (elasticidad de demanda

unitaria), la caída generalizada en los precios de cada sector se traduciría en una variación similar en la producción física pero con signo contrario a la presentada en la tabla 4, lo que a su vez generaría un impacto ambiental a través del cambio en las emisiones de CO₂ y CO₂e explicado por el aumento en los niveles de producción. La tabla 5 muestra el detalle de las emisiones para distintas tasas de subsidios.

Se observa que una tasa de subsidio de 8,37% en el sector silvícola genera un aumento de 87 t de CO₂ (desde 648 t hasta 735 t). Sin embargo, los resultados cambian dramáticamente al considerar la captura de emisiones ya

TABLA 5. Variaciones de emisiones de CO₂ y CO_{2e} por aplicación de un subsidio en el sector silvícola.

Sector / Tasas de Subsidios	Emisiones CO ₂ (Ton)				Emisiones CO _{2e} con captura (Ton)			
	Esc. Base	4%	8,37%	12%	Esc. Base	4%	8,37%	12%
Agropecuario	7 189	7 207	7 227	7 244	1 174 572	1 177 665	1 180 938	1 183 575
Silvicultura y extracción de madera	648	688	735	777	-694 688	-736 827	-787 070	-832 598
Pesca	7 579	7 580	7 581	7 581	7 605	7 605	7 606	7 607
Minería	4 343	4 343	4 343	4 343	4 356	4 356	4 356	4 356
Industria Alimentaria	78 337	78 386	78 439	78 481	78 651	78 701	78 753	78 796
Bebidas y tabaco	2 249	2 252	2 255	2 258	2 258	2 261	2 264	2 267
Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	283	283	284	284	284	284	284	285
Maderas y muebles	3 359	3 375	3 391	3 404	3 370	3 386	3 402	3 416
Celulosa y Papel	29 835	29 895	29 960	30 011	29 904	29 965	30 029	30 081
Imprentas y editoriales	522	523	523	523	524	524	524	525
Elaboración de combustibles	705	705	705	705	706	706	706	706
Química, caucho y plástico	5 076	5 079	5 081	5 083	5 105	5 107	5 110	5 111
Fabricación de productos minerales no metálicos	28 819	28 821	28 822	28 823	29 006	29 007	29 008	29 009
Productos metálicos, maquinaria y equipos	27 986	27 987	27 987	27 988	28 129	28 130	28 130	28 130
Electricidad, Gas y Agua	3 603 452	3 603 588	3 603 733	3 603 848	3 622 015	3 622 153	3 622 298	3 622 414
Construcción	75 938	75 968	76 000	76 026	75 982	76 013	76 045	76 071
Comercio, Restaurantes y hoteles	127 894	127 911	127 930	127 945	128 281	128 298	128 317	128 332
Transporte y Telecomunicaciones	1 797 688	1 797 706	1 797 725	1 797 740	1 803 821	1 803 840	1 803 859	1 803 874
Ss. Financieros y Empresariales	1 523	1 523	1 523	1 523	1 526	1 526	1 526	1 526
Servicios Personales	23 926	23 927	23 928	23 928	23 983	23 983	23 984	23 985
Administración Pública	5 072	5 072	5 072	5 072	5 084	5 084	5 084	5 084

Fuente: Elaboración propia.

que se incrementan 92 382 t de CO_{2e} en este sector (desde una captura de 694 688 t hasta 787 070 t). Al mismo tiempo sectores relacionados con el sector silvícola presentan un incremento en sus emisiones de CO₂ y CO_{2e}, por ejemplo madera y muebles (32,0 t y 32,2 t relativo al escenario base, respectivamente), agropecuario (39,0 t y 6 365,2 t, relativo al escenario base, respectivamente) y celulosa y papel (124,8 t y 125,1 t, relativo al escenario base, respectivamente). Esto resultados muestran que el

efecto del subsidio sobre las emisiones de CO₂ es muy reducido considerando su efecto directo e indirecto. Sin embargo, el aporte directo del CO_{2e} es más importante en magnitud, pues representaría aproximadamente 0,09% de las emisiones totales de este contaminante en Chile.

CONCLUSIONES

Los subsidios a la producción impulsan el desarrollo económico sectorial, afectando de forma directa e indirecta

la determinación de precios de producción en distintos sectores productivos. De acuerdo con este estudio, si el gobierno de Chile decide renovar la tasa de subsidio de 8,37% en el sector silvícola de la región del Biobío, la caída mayor en los precios se generaría en el mismo sector silvícola (11,74%), seguido del sector madera y muebles (0,94%), agropecuario (0,54%) y celulosa y papel (0,42%). Esto se explica porque estos sectores demandan insumos del sector silvícola para abastecer su cadena productiva.

Otros sectores también se verían afectados al renovar el subsidio, tal es el caso del sector imprenta y editoriales, el cual es por mucho el sector que más demanda insumos del sector celulosa y papel; a su vez, el sector celulosa y papel para abastecer su cadena productiva demanda insumos directamente del sector maderero, que provienen en última instancia del sector silvícola. Otro sector indirectamente afectado es el sector bebidas y tabaco, el cual demandaría más insumos del sector celulosa y papel, probablemente para la fabricación de etiquetas y/o embalajes de cartón para los productos que fabrica⁶.

Si el gobierno decide destinar \$2300 millones en subsidios para el sector silvícola, los consumidores se beneficiarían solo en 64% respecto del gasto fiscal y, además, se presentaría un impacto muy acotado en IPC con valores inferiores a 0,05% en cada uno de los escenarios simulados. Desde el punto de vista ambiental, el estímulo a las plantaciones forestales mediante incentivos en este sector generaría un aumento de 87 toneladas de CO₂, pero una captura de 92 382 toneladas de CO₂e.

El estudio contribuye a la evaluación de políticas de subsidios en una región con una fuerte dependencia del sector forestal. Si se opta por renovar la política de incentivos, la contribución del subsidio al total de la producción sería 0,11% del PIB regional, a partir de un gasto fiscal inicial de 0,03% del PIB regional.

Los resultados previos se obtienen a partir de un conjunto de supuestos sobre la estructura productiva regional y las limitaciones asociadas a los datos existentes, por lo

cual se sensibilizaron con dos escenarios de tasas de subsidios, lo que puede contribuir a reducir en parte la imprecisión que pueden tener los supuestos empleados. Una de las principales limitaciones de este estudio está relacionada con la necesidad de regionalizar los coeficientes técnicos a partir de una MIP nacional dada la falta de este tipo de información, lo que puede llevar a una sobre o subrepresentación de los impactos estimados. El estudio demuestra la factibilidad para evaluar este tipo de subsidios en otros países o sectores económicos.

REFERENCIAS

- Bonfiglio, A. y Chelli, F. (2008). Assessing the behaviour of non-survey methods for constructing regional input-output tables through a Monte Carlo simulation. *Economic Systems Research*, 20(3), 243-258. doi: 10.1080/09535310802344315
- Chen, J. e Innes, J. L. (2013). The implications of new forest tenure reforms and forestry property markets for sustainable forest management and forest certification in China. *Journal of Environmental Management*, 129, 206-215. doi: 10.1016/j.jenvman.2013.07.007
- Chen, W., Xu, D. y Liu, J. (2015). The forest resources input-output model: An application in China. *Ecological Indicators*, 51, 87-97. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.04.044
- Choi, J. K., Bakshi, B. R., Hubacek, K. y Nader, J. (2016). A sequential input-output framework to analyze the economic and environmental implications of energy policies: Gas taxes and fuel subsidies. *Applied Energy*, 184, 830-839. doi: 10.1016/j.apenergy.2016.05.033
- Da Conceição, H. R., Börner, J. y Wunder, S. (2015). Why were upscaled incentive programs for forest conservation adopted? Comparing policy choices in Brazil, Ecuador, and Peru. *Ecosystem Services*, 16, 243-252. doi: 10.1016/j.ecoser.2015.10.004
- Dhubháin, Á. N., Fléchar, M. C., Moloney, R. y O'Connor, D. (2009). Assessing the value of forestry to the Irish economy—an input-output approach. *Forest Policy and Economics*, 11, 50-55. doi:10.1016/j.forpol.2008.08.005
- Flegg, A. y Tohmo, T. (2013). Regional input-output tables and the FLQ formula: A case study of Finland. *Regional Studies*, 47(5), 703-721. doi:10.1080/713693401

⁶ Obviamente, en todos los sectores económicos existen impactos indirectos pero aquí solo se ha mencionado aquellos donde el impacto indirecto es más relevante.



- Flegg, A. y Webber, C. (1997). On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input Output Tables: Reply. *Regional Studies*, 31, 795-805. doi: 10.1080/713693401
- Flegg, A. y Webber, C. (2000). Regional size, regional specialization and the FLQ formula. *Regional Studies*, 34, 563-569. doi: 10.1080/00343400050085675
- Flegg, A., Webber, C. y Elliott, M. (1995). On the appropriate use of location quotients in generating regional input-output tables. *Regional Studies*, 29(6), 547-561. doi: 10.1080/00343409512331349173
- Ghebremichael, A. y Potter-Witter, K. (2009). Effects of tax incentives on long-run capital formation and total factor productivity growth in the Canadian sawmilling industry. *Forest Policy and Economics*, 11(2), 85-94. doi: 10.1016/j.forpol.2008.09.004
- Gysling C., A. J., Álvarez G., V. C., Soto A., D. A., Pardo V., E. J., Toledo T., R. R., Poblete H., P. A., González D., P. G. y Bañados M., J. C. (2017). *Anuario forestal 2016*. Santiago, Chile: Instituto Forestal.
- Hernández, G. (2012). Matrices insumo-producto y análisis de multiplicadores: una aplicación para Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 14(26), 203-221.
- Jiang, Z. y Tan, J. (2013). How the removal of energy subsidy affects general price in China: a study based on input-output model. *Energy Policy*, 63, 599-606. doi: 10.1016/j.enpol.2013.08.059
- Leontief, W. (1975). Structure of the world economy: Outline of a simple input-output formulation. *Proceedings of the IEEE*, 63(3), 345-351
- Llop, M. (2008). Economic impact of alternative water policy scenarios in the Spanish production system: An input-output analysis. *Ecological Economics*, 68(1-2), 288-294. doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.03.002
- Mardones, C. y Gallardo, A. (2012). Forest industry contribution to economic development of the Biobío region, Chile. *Madera y Bosques*, 18(2), 27-50.
- Mardones, C. y Muñoz, T. (2017). Impuesto al CO₂ en el sector eléctrico chileno: efectividad y efectos macroeconómicos. *Revista Economía Chilena*, 20(1), 4-25.
- Miller, R. y Blair, P. (2009). *Input-output analysis, foundations and extensions (2a ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Morrissey, K. (2014). Producing regional production multipliers for Irish marine sector policy: A location quotient approach. *Ocean y Coastal Management*, 91, 58-64. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2014.02.006
- Muñoz, T. y Mardones, C. (2016). Simulation of a CO₂e tax to mitigate impacts from Chilean agricultural and livestock sectors on climate change. *Agrociencia*, 50(3), 271-285.
- Petty, A. y Kärhä, K. (2011). Effects of subsidies on the profitability of energy wood production of wood chips from early thinnings in Finland. *Forest Policy and Economics*, 13(7), 575-581. doi: 10.1016/j.forpol.2011.07.003
- Programa de Gestión Económica y Ambiental. (2015). *Actualización del estudio evaluación del aporte económico y social del sector forestal en Chile y análisis de encadenamientos, año 2014* (Informe final para Corporación Chilena de la Madera). Santiago, Chile: Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Industrial.
- Prokofieva, I. y Gorriz, E. (2013). Institutional analysis of incentives for the provision of forest goods and services: An assessment of incentive schemes in Catalonia (north-east Spain). *Forest Policy and Economics*, 37, 104-114. doi: 10.1016/j.forpol.2013.09.005
- Romero, C. A. y Mastronardi, L. J. (2012). *Estimación de matrices de insumo producto regionales mediante métodos indirectos. Una aplicación para la ciudad de Buenos Aires*. Recuperado de <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/37006>.
- Ruseva, T. B., Evans, T. P. y Fischer, B. C. (2015). Can incentives make a difference? Assessing the effects of policy tools for encouraging tree-planting on private lands. *Journal of Environmental Management*, 155, 162-170. doi: 10.1016/j.jenvman.2015.03.026
- Schuschny, A. R. (2005). Tópicos sobre el modelo Insumo Producto: ONU. *Teoría y aplicaciones*. Santiago, Chile: CEPAL.
- Sharify, N. (2013). Input-output modelling of the effect of implicit subsidies on general prices. *Economic Modelling*, 33, 913-917. doi: 10.1016/j.econmod.2013.06.011

- Shigematsu, A. y Sato, N. (2013). Post forest reversal discussion: Restructuring public subsidy system for private forests under the differences of topographic conditions in Norway. *Land Use Policy*, 31, 249-258. doi: 10.1016/j.landusepol.2012.07.002
- Singh, M. P., Bhojvaid, P. P., de Jong, W., Ashraf, J. y Reddy, S. R. (2017). Forest transition and socio-economic development in India and their implications for forest transition theory. *Forest Policy and Economics*, 76, 65-71. doi: 10.1016/j.forpol.2015.10.013
- Stoekli, N. (2012). Comparing multipliers from survey and non-survey based IO models: An empirical investigation from Northern Australia. *International Regional Science Review*, 35(4), 367-388. doi: 10.1177/0160017610385452
- Thomsona, K. J. y Psaltopoulos, D. (2005). Economy-wide effects of forestry development scenarios in rural Scotland. *Forest Policy and Economics*, 7(4), 515-525. doi: 10.1016/j.forpol.2003.07.005
- Tohmo, T. (2004). New developments in the use of location quotients to estimate regional input-output coefficients and multipliers. *Regional Studies*, 38(1), 43-54. doi: 10.1080/00343400310001632262
- Manuscrito recibido el 16 de enero de 2017.
Aceptado el 5 de mayo de 2017.
- Este documento se debe citar como:
Mardones, C. y Hernández, A. (2017). Análisis de subsidio al sector silvícola de la región del Biobío, Chile. *Madera y Bosques*, 23(2), 53-68. doi: 10.21829/myb.2017.2321494