

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION – CHILE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ANÁLISIS DE SUBSIDIOS EN EL SECTOR FORESTAL DE LA REGION
DEL BIOBIO CON UN ENFOQUE INSUMO-PRODUCTO**

Por

ANDREA DEL ROSARIO HERNÁNDEZ CID

Profesor Guía:

Dr. Cristian Alejandro Mardones Poblete

Concepción, Enero 2017

Tesis presentada a la

Dirección de postgrado

Universidad de Concepción



Para optar al grado de

MAGÍSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Dios maravilloso que me ha dado fuerza y fe para creer en lo que a veces parece imposible.

A mi familia por creer en mí al emprender este nuevo desafío y que suman al apoyo de mucho otros más, pero muy en especial a mis sobrinos Fernanda y Sebastián.

En particular, quisiera agradecer a mi profesor que me guió en esta tesis, Dr. Cristian Mardones Poblete, quien me ha orientado, apoyado y corregido en mi labor científica principalmente por su interés, entrega, dedicación y mucha paciencia que han sido fundamentales para concretar este trabajo de investigación.



RESUMEN

ANÁLISIS DE SUBSIDIOS EN EL SECTOR FORESTAL DE LA REGIÓN DEL BIOBIO CON UN ENFOQUE INSUMO-PRODUCTO

Andrea Del Rosario Hernández Cid

Enero 2017

PROFESOR GUÍA: **Dr. Cristian Alejandro Mardones Poblete**

PROGRAMA: **Magíster en Ingeniería Industrial**

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 un 13,3%, mientras que los precios de sectores relacionados como madera y muebles (0,95%), agropecuario (0,54%), y celulosa y papel (0,42%), presentarían reducciones pero más pequeñas. 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 un 0,11% del PIB regional, a partir de un gasto fiscal de un 0,03% del PIB regional.

Palabras clave: Insumo-producto, modelo de precios de Leontief

ABSTRACT

SUBSIDIES ANALYSIS IN THE FORESTRY SECTOR OF THE BIOBIO REGION WITH AN INPUT-OUTPUT

Andrea Del Rosario Hernández Cid

Enero 2017

THESIS SUPERVISOR: Dr. Cristian Alejandro Mardones Poblete

PROGRAM: Magíster en Ingeniería Industrial

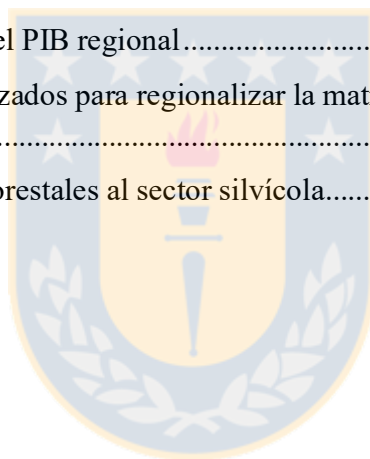
The objective of the present study is to evaluate, from an economic and environmental perspective, the impacts of the use of a forest plantation subsidy on economic sectors of the Biobío Region, Chile. The Leontief price model is used to simulate the impacts on sectoral prices, consume, fiscal expenditure, 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 13.3%, while prices in related sectors such as wood and furniture, agriculture, cellulose and paper, would present reductions but smaller. 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.

Key words: Input-output; Leontief price model

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	viii
Capítulo 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación del tema.....	2
1.2. Hipótesis.....	3
1.3. Objetivo General.....	3
1.4. Objetivos Específicos	3
Capítulo 2: REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Estudios basados en el modelo insumo-producto.....	4
2.2. Estudios y aplicaciones del modelo de precios de Leontief	5
2.3. Estudios y aplicaciones con regionalización de matrices insumo-producto.....	6
2.4. Estudios y aplicaciones de políticas públicas al sector forestal.....	7
2.5. Estudios y aplicaciones sobre procesos relacionados con el desarrollo económico basados en recursos forestales	8
Capítulo 3: METODOLOGIA.....	10
3.1. Matriz insumo-producto (MIP).....	10
3.2. Modelo insumo-producto.....	16
3.3. Extensión ambiental del modelo insumo-producto	20
3.4. Modelo de precios de Leontief.....	21
3.5. Regionalización de la matriz de coeficientes técnicos	26
Capítulo 4: DESCRIPCIÓN DE DATOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES	28
4.1. Datos para la regionalización de la MIP	28
4.2. Datos utilizados en el modelo de precios de Leontief.....	30
4.3. Datos ambientales para emisiones.....	30
4.4. Análisis descriptivo del subsidio aplicado al sector silvícola.....	31

Capítulo 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	35
5.1. Simulación de tasas de subsidios al sector silvícola.....	35
5.2. Gasto fiscal.....	37
5.3. Disminución en el gasto de los consumidores.....	38
5.4. Variación en el IPC	39
5.5. Aumento en las emisiones de CO ₂ y CO _{2e}	40
5.6. Discusión económica de los resultados.....	42
Capítulo 6: CONCLUSIONES.....	44
REFERENCIAS	46
ANEXOS	49
Anexo A. Agregación de actividades a sectores económicos	49
Anexo B. Desagregación del PIB regional.....	52
Anexo C. Coeficientes utilizados para regionalizar la matriz productiva de la región del Biobío.....	53
Anexo D. Bonificaciones forestales al sector silvícola.....	55



LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1. Matriz de insumo-producto	11
Tabla 3-2. Identidades contables expresadas matricialmente.....	15
Tabla 3-3. Resumen representación matricial	16
Tabla 3-4. Representación de la información con la Matriz de Coeficientes Técnicos.....	18
Tabla 4-1. Coeficientes técnicos estimados para la región del Biobío	29
Tabla 4-2. Emisiones de CO ₂ y CO _{2e} por unidad de producción para la región del Biobío	31
Tabla 4-3. Flujo de caja empresa del sector con bonificación forestal (US\$/Há).....	33
Tabla 4-4. Flujo de caja empresa del sector sin bonificación forestal (US\$/Há).....	34
Tabla 5-1. Variación de precios sectoriales para distintas tasas de subsidios	36
Tabla 5-2. Variaciones de emisiones de CO ₂ y CO _{2e} por aplicación de un subsidio en el sector Silvícola	41
Tabla A-1. Agregación de 111 actividades económicas en 21 sectores	49
Tabla A-2. Continuación agregación de 111 actividades económicas en 21 sectores.....	50
Tabla A-3. Continuación agregación de 111 actividades económicas en 21 sectores.....	51
Tabla B-1. PIB región del Biobío año 2012	52
Tabla B-2. Producción nacional y regional desagregada por sector económico.....	52
Tabla C-1. Coeficientes <i>FLQ</i> ajustado.....	53
Tabla C-2. Coeficientes nacionales.....	54
Tabla D-1. Bonificaciones forestales D.L. 701/74 para la región del Biobío (US%/Ha).....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5-1: Gasto Fiscal para distintas tasas de subsidios al sector silvícola.....	38
Gráfico 5-2: Comportamiento del bienestar social para distintas tasas de subsidios.....	39
Gráfico 5-3: Variación del Índice de Precios al Consumidor para distintas tasas de subsidios en el sector Silvícola	40



CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

Un elemento necesario y clave para el desarrollo de un sector económico basado en recursos naturales es el recurso que lo sustenta. El sector forestal como ningún otro, requiere de forma imperiosa de bosques y plantaciones que aseguren la actividad presente y futura. En este sentido, Chile siempre ha tenido bosques importantes, pero no es hasta mediados de la década del setenta que decide utilizarlo de manera significativa para el proceso industrial del sector y transformar este recurso para abastecer la demanda externa. El subsidio del D.L. 701 de 1974 tuvo como objetivo impulsar el desarrollo forestal de Chile, mediante una bonificación directa, pagadera en dinero dentro de un año plazo del 75% de los costos de la plantación y manejo por dos podas (administración anual y poda). No obstante, en Diciembre de 2012 expiró la vigencia de este sistema de incentivos.

En las últimas décadas, la superficie forestal se ha incrementado notablemente. Para el período 1975-2014 se forestaron y reforestaron anualmente más de 95.500 hectáreas en promedio. Asimismo, casi el 90% de la superficie forestada y reforestada se ha concentrado en las regiones VII, VIII, IX, X y XIV del país (CONAF, 2015).

El sector forestal en Chile aportó un 2,7% del PIB (Producto Interno Bruto) nacional del año 2014. Su volumen de exportaciones lo posiciona como el tercer sector exportador a nivel nacional, con un 8,1% de las exportaciones totales, correspondientes a 6.100 millones de dólares (CORMA, 2015).

En cuanto al destino industrial por especie, el pino radiata determina gran parte de las tendencias del consumo a nivel agregado, salvo por el marcado protagonismo de la madera aserrada con el 50% del total consumido, seguido por la pulpa química con 32,1%, y tableros y chapas con 11,6%. Estos productos mostraron un crecimiento fuerte, en el que tableros y chapas experimentaron las mayores alzas con 315% entre 2000 y 2014 (INFOR, 2015).

En particular, la economía de la región del Biobío se caracteriza por la importancia de la actividad forestal. De acuerdo a Mardones y Gallardo (2012) las actividades económicas

relacionadas directamente con el sector forestal aportan un 17,3% al PIB regional y aproximadamente un 70% de las exportaciones regionales provenientes de la industria de la madera, celulosa y papel.

No obstante, la existencia de un subsidio resulta costosa y requiere de recursos públicos para su ejecución, por ello la estimación de sus impactos resulta trascendental para determinar su deseabilidad, y que se direcciona hacia los sectores que tengan el mayor efecto multiplicador sobre la economía, permitiendo el crecimiento económico y generación de empleo. En este punto cobra valor el uso de los modelos regionales de insumo-producto. Estos modelos permiten estudiar las relaciones entre los diferentes sectores de una economía, y además, calcular multiplicadores que pueden ser utilizados para estimar los efectos que el cambio inicial en una actividad o sector productivo provoca sobre la economía de una región (Hernández, 2012).

Ante la falta de estudios que evalúen el subsidio al sector forestal, en este trabajo se aplica el modelo de precios de Leontief en la región del Biobío para examinar los efectos directos e indirectos sobre los precios de producción, inducidos por un subsidio a la plantación forestal. Esto permitirá analizar cómo el subsidio al subsector silvícola afecta directa e indirectamente al resto de los subsectores forestales (madera aserrada, tableros y celulosa), y también, otros sectores económicos de la región del Biobío. Los resultados permitirán concluir si la existencia de un subsidio en el subsector sector silvícola tiene o no tiene impactos relevantes en los demás sectores económicos de la región del Biobío.

1.1. Justificación del tema

El interés del tema se debe a la importancia que tiene el sector forestal en el desarrollo económico de la región del Biobío, Chile. El monto de las inversiones forestales acumuladas y proyectadas durante el período 2012-2015 supera los US\$ 3.000 millones. En particular, el mayor porcentaje de las inversiones se centran en la región del Biobío, 80% de estas inversiones se destina a actividades relacionadas con la producción de celulosa, tableros y chapas, contribuyendo así al crecimiento a través de la demanda de insumos y mano de obra en empresas del sector (CORMA, 2015). Así, esta investigación se centra en evaluar los impactos que tuvo la aplicación de un subsidio en la cadena productiva de la región del Biobío

y el efecto ambiental de esta política, debido a que en Diciembre de 2012 expiró la vigencia del sistema de incentivos que contempla el artículo 12° del Decreto Ley N° 701, de 1974.

1.2. Hipótesis

Un subsidio al sector forestal no genera efectos económicos significativos sobre la estructura productiva de la región del Biobío.

1.3. Objetivo General

Evaluar desde una perspectiva económica y ambiental los impactos directos e indirectos de la aplicación de un subsidio a la plantación forestal mediante el modelo de precios de Leontief para la región del Biobío.

1.4. Objetivos Específicos

- Construir una base de datos con matrices insumo-producto para analizar los shocks económicos por efectos del subsidio a la plantación forestal.
- Analizar la estructura de costos de una empresa representativa con o sin subsidios forestal.
- Implementar un modelo de precios insumo-producto.
- Hacer simulaciones ante una eliminación o permanencia del subsidio.
- Evaluar el impacto sobre los distintos sectores económicos de la región del Biobío.

CAPÍTULO 2: REVISION BIBLIOGRÁFICA

Es importante resaltar que la literatura de insumo-producto cubre una amplia gama de temas como el crecimiento económico, interdependencia económica, distribución del ingreso, empleo, inversión, migración, consumo de energía, medioambiente, entre otros, ya sea a través de marcos analíticos, estáticos o dinámicos y variados niveles de análisis como firmas, sectores industriales, áreas metropolitanas, regiones, múltiples regiones, países individuales, grupos de países, y también el mundo (Petty, 2011).

2.1. Estudios basados en el modelo insumo-producto

Choi et al. (2016) desarrollan un modelo insumo-producto que permite modelar los cambios en el consumo de recursos, emisiones ambientales, bienes y servicios de los ecosistemas para diversas políticas económicas combinadas (impuestos a productos no renovables y subsidios para las energías renovables). El estudio utiliza información parcial disponible de las elasticidades del precio de la demanda para modelar el comportamiento de los consumidores en el corto plazo. Los resultados muestran que si una parte de los impuestos aplicados a las gasolinas es reinvertido para subsidiar la producción de biocombustibles, disminuirá el consumo de recursos y las emisiones provocadas por las cadenas de suministros de los hidrocarburos.

Yazan et al. (2016) introducen el concepto de simbiosis industrial utilizando el modelo de insumo-producto para evaluar una cadena productiva, cuyos desechos o subproductos se pueden utilizar como insumo en otra cadena. El enfoque propuesto se aplica empíricamente a la empresa Santa Croce sull'Arno distrito industrial de Tannery, donde se investigó el reciclaje de los licores de cromo, destilado, y aguas residuales. El análisis es útil para establecer estrategias empresariales y políticas de coordinación para flujos de materiales en la logística y el desempeño ambiental para un distrito industrial o para reducir el consumo de los residuos y los recursos de un sistema fabricación.

Cui et al. (2015) centran su análisis en la energía que se incorpora en la fabricación de bienes de exportación en China. Para esto utilizan un modelo de insumo-producto multiregional, sus resultados indican que la energía empleada en el comercio mundial va en aumento, creciendo

más rápido que la energía utilizada para consumo interno en el período de análisis 2001 – 2007. Así, China se muestra como un exportador de la energía en términos de energía incorporada en los productos destinados al comercio internacional.

Chen et al. (2015) examinan el estado actual de la utilización de los bosques en China mediante el modelo insumo-producto, analizando los efectos sobre los recursos forestales y contribuciones de cada sector para investigar la distribución de los insumos de recursos forestales. Se demuestra que la demanda y el uso de los insumos forestales varía entre los distintos sectores industriales, en particular la fabricación de papel y muebles tiene el mayor coeficiente de consumo directo para el uso de la madera.

Dhubháin et al. (2009) utilizan el análisis insumo-producto para determinar el impacto económico de los sectores forestales y productos de madera en Irlanda. También, examinan el impacto total del sector forestal en varias economías regionales al igual que sus consecuencias económicas en el corto plazo para un escenario de forestación. Se utiliza una matriz de insumo-producto de 1998 que incluye la fabricación de madera y productos de madera (excluye muebles) como el principal sector de producción forestal. Los resultados muestran que el sector forestal se verá afectado medioambiental por la energía, el cambio climático, y las políticas de desarrollo agrícola y rural.

2.2. Estudios y aplicaciones del modelo de precios de Leontief

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).

Jiang & Tan (2013) estiman los subsidios relacionadas con los combustibles fósiles en China. Para esto, utilizan el modelo de precios de Leontief que permite analizar los impactos que tiene la aplicación de un subsidio en la industria energética. Los resultados muestran que la eliminación de subsidios a la energía tiene un impacto significativo en la industria, y por lo tanto, hace subir levemente el nivel general de precios. El petróleo es el más afectado, seguido de la electricidad, el carbón, y en el último lugar se encuentra el gas natural.

Llop & Pié (2008) analizan los efectos de un impuesto sobre el uso energético, una reducción de la demanda intermedia y un impuesto sobre los usos intermedios, combinados con una reducción en la demanda de energía en Cataluña (España). La metodología se basa en dos versiones del modelo de precios Leontief, una formulación de precio competitivo y una fijación de precios *mark-up*. Los resultados indican que la combinación de un impuesto sobre los usos de energía y una mejora en la eficiencia energética del sistema de producción, es una medida que cumple objetivos económicos y ambientales, ya que no tiene efectos sobre los precios, genera un efecto positivo sobre el ingreso real, y reduce considerablemente el consumo de energía.

2.3. Estudios y aplicaciones con regionalización de matrices insumo-producto

Muchas veces se requiere regionalizar matrices insumo-producto nacional para realizar análisis de regiones específicas. Esto se explica por la dificultad de contar con matrices de insumo-producto construidas a nivel regional.

Morrissey (2014) estima el impacto de los vínculos intersectoriales del sector marítimo en Irlanda. Para realizar la desagregación de las matrices de insumo-producto a nivel regional se utiliza el coeficiente de localización de Flegg, así se estima un conjunto de multiplicadores regionales de producción para diez sectores marinos de las regiones Frontera, Centro-Oeste y Sudeste en Irlanda.

Hernández (2012) realiza un análisis insumo-producto regional para 12 ramas de actividad en Colombia, luego aplica un método indirecto de regionalización para coeficientes de localización, con el cual se obtiene una estimación de los multiplicadores de producto, empleo e ingreso. El ejercicio contribuye a describir la estructura económica de la costa norte de Colombia, a fin de proponer un criterio referencial para políticas públicas que fomenten el desarrollo regional hacia los sectores que tengan el mayor efecto multiplicador sobre la economía.

Romero & Mastronardi (2012) utilizan el análisis de insumo-producto para estudiar el comercio interregional en Argentina para dos regiones, la ciudad de Buenos Aires y el resto

del país. El modelo se estima con técnicas indirectas (sin encuestas), las cuales se emplean comúnmente para modelar el comercio intrarregional en una región. Específicamente se utilizó el coeficiente de Flegg para estimar el comercio de cada región.

Stoeckl (2012) utiliza una proyección de las matrices insumo-producto basado en técnicas indirectas y compara noventa estimaciones diferentes de los multiplicadores regionales para la Zona Norte de Australia. Los resultados indican que las tecnologías de producción son la causa más importante de las diferencias en los multiplicadores de la propensión a importar. También, permite identificar variaciones en las tecnologías de producción sobre todo si la regionalización se ha desarrollado en zonas urbanas relativamente rurales o remotas.

2.4. Estudios y aplicaciones de políticas públicas al sector forestal

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.

Da Conceição et al. (2015) analizan las políticas de conservación basadas en el pago de servicios ambientales para reducir la deforestación. El estudio se concentra en la aplicación de políticas públicas que podrían ayudar a explicar las brechas entre la teoría y la práctica respecto a la adopción de pagos por servicios ambientales.

Ruseva et al. (2015) evalúan los efectos de los instrumentos de políticas para fomentar la plantación de árboles en zonas privadas, el estudio tiene relevancia para el diseño de políticas que pueden fomentar la forestación a través de la provisión de incentivos económicos y el uso de tierras privadas en el medio Oeste de Estados Unidos. Los resultados sugieren la aplicación de subsidios para fomentar las plantaciones forestales.

Shigematsu & Sato (2013) plantean una discusión sobre el papel que juegan los subsidios en las plantaciones forestales, la gestión y la conservación de los bosques a través de incentivos públicos, pero agregan que estos pueden acarrear efectos adversos al medio ambiente.

Prokofieva & Gorriz (2013) realizan una evaluación de los planes de subsidios implementados en Cataluña, que incluye regímenes voluntarios para la administración de la tierra dirigida a la mejora de la biodiversidad, reservas de bosques maduro, protección de los bosques en edad madura, más una iniciativa pública-privada de protección contra incendios forestales. El análisis institucional proporciona lecciones importantes para la formulación de políticas públicas, concluyendo que la experiencia con los esquemas de incentivos han sido positivos pero con potenciales mejoras en su aplicación.

Chen & Innes (2013) investigan la eficacia de las nuevas reformas de tenencia forestal en China que han dado poder a los agricultores locales, proporcionándoles los derechos de propiedad sobre las tierras forestales, reduciendo en gran medida la aparición de tala ilegal y el robo de madera, esto mediante la emisión de certificados de tenencia de propiedad forestal para 50-70 años, dependiendo de las zonas y regulaciones locales.

Ghebremichael & Potter-Witter (2009) analizan los impactos de los incentivos fiscales bajo una dinámica de largo plazo para el crecimiento de la productividad total de factores y la formación de capital en la industria de los aserraderos canadienses durante un período de 40 años (1961-2000). En el estudio se simularon diferentes incentivos fiscales que implicaban un aumento de los costos de capital y el crédito fiscal a la inversión silvícola, y una reducción del impuesto de las sociedades. Se concluye que los incentivos fiscales son eficaces para estimular la inversión, y mejorar el rendimiento de la productividad industrial.

2.5. Estudios y aplicaciones sobre procesos relacionados con el desarrollo económico basados en recursos forestales

Singh et al. (2015) relacionan la transición forestal con el desarrollo económico, la industrialización y la urbanización en la India. Las causas de la deforestación y degradación de los bosques se deben a su explotación para la obtención de madera, el aumento de la población en búsqueda de tierras agrícolas y a la modernización económica a través de la expansión de la producción agrícola. La existencia de medidas que mitigan la deforestación y la decadencia del bosque incluyen la intensificación agrícola, las políticas del gobierno, la producción de árboles en bosques privados y la forestación comunitaria.

Hagadone & Grala (2012) examinaron la autocorrelación espacial entre los fabricantes de productos forestales y el desarrollo económico de Mississippi. Para ello analizan la distribución espacial de los fabricantes de productos forestales primarios y secundarios a objeto de identificar posibles agrupaciones empresariales y evaluar el impacto en transporte, mano de obra, y disponibilidad de las materias primas. Los resultados indican que los fabricantes de productos forestales tienden a agruparse en beneficio de obtener futuras estrategias de desarrollo y que se centran en mejorar la competitividad del sector forestal y el fortalecimiento del desarrollo económico de zonas rurales de Mississippi.

Thomson & Psaltopoulos (2005) realizan una investigación de los impactos económicos para escenarios alternativos de desarrollo forestal tales como siembra, cosecha y procesamiento de la madera hasta el año 2050. Para su análisis utilizan una matriz de insumo-producto regional para Escocia 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. Los resultados indican que las estrategias alternativas de desarrollo forestal en Escocia pueden provocar consecuencias a largo plazo, especialmente en lo relativo a la producción y la generación de empleo en zonas rurales. Además, el impacto económico de la mayoría de los escenarios de forestación para el 2050 parece ser significativos, especialmente si toda la madera adicional es procesada por empresas regionales.

Mardones & Gallardo (2012) utilizan una matriz de contabilidad social extendida ambientalmente para la región del Biobío, Chile. El propósito fue evaluar los efectos que tienen los shocks exógenos de demanda sobre cada subsector forestal (silvicultura, madera, celulosa y papel y muebles) sobre la actividad económica, remuneraciones, ingreso y medioambiente. Los resultados del análisis muestran que cada subsector forestal genera diferentes contribuciones al desarrollo económico de la región del Biobío. Específicamente, la industria de la madera por su alto encadenamiento hacia atrás, la silvicultura es un sector estratégico, la industria de la celulosa genera mayores efectos en las remuneraciones y con altas emisiones contaminantes, y finalmente, la industria del mueble por menor emisión de contaminantes.

CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

3.1. Matriz insumo-producto (MIP)


Para describir una matriz insumo-producto y posteriormente el modelo insumo-producto se utiliza la metodología propuesta en Schuschny (2005).

Las matrices de insumo-producto se definen como un conjunto integrado de matrices, que muestran el equilibrio entre la oferta y utilización de bienes y servicios de una economía. Estas matrices proporcionan un análisis detallado del proceso de producción y la utilización de los bienes y servicios que se producen en un país (o región) o que se importan del resto del mundo, y del ingreso generado en dicha producción por las diversas actividades económicas.

Para la construcción de la MIP se requiere centralizar, analizar y procesar información básica de múltiples fuentes como censos económicos, estadísticas sectoriales, encuestas de gastos e ingresos de los hogares, registros administrativos y, fundamentalmente, los sistemas de cuentas nacionales.

La Tabla 3-1 muestra una matriz de insumo-producto con sus cuadros de oferta, demanda intermedia, demanda final y el cuadro de valor agregado, configurándose en una tabla de cuatro submatrices.

Tabla 3-1: Matriz de insumo-producto

	Sector 1	...	Sector <i>n</i>	Consumo de hogares	Consumo de IPSFL	Consumo de gobierno	Formación bruta de capital fijo	Variación de existencias	Exportaciones	Producción precio básico	
Sector 1 : Sector <i>n</i>	Consumo intermedio nacional			Demanda final						Valor bruto de producción	
Importaciones	Consumo intermedio importado										
Aranceles											
Remuneraciones	Valor agregado										
Excedente bruto de explotación											
Impuestos netos sobre la producción											
Producción precio básico	Valor bruto de producción										

Fuente: Elaboración propia en base a datos extraídos del Banco Central de Chile

La matriz muestra la disponibilidad de bienes y servicios, tanto de origen doméstico como importado que serán utilizados en la demanda intermedia y la final.

La matriz de demanda intermedia, muestra los flujos de compras (columna) y ventas (filas) entre sectores, y resume la actividad intermedia de la economía. Con el fin de que el tratamiento económico sea lo más exacto posible es importante que la información disponible discrimine entre bienes de consumo intermedio de producción doméstica de aquellos de origen importado.

La matriz de valor agregado, muestra los pagos sectoriales al capital (contabilizado como excedente bruto de explotación) y al trabajo (remuneraciones) para transformar los insumos en productos, y los impuestos netos sobre la producción.

Finalmente, la matriz de demanda final muestra las transacciones para el uso sectorial de los productos elaborados, es decir, el consumo de los hogares (C), el consumo del sector público (G), la inversión I (formación bruta de capital fijo), la variación de existencias (Z) y las exportaciones (E).

La relación entre la producción de bienes y servicios queda reflejada en una serie de identidades contables, donde se indica el destino de la producción de cada sector y el destino uso que se hace de dicha producción.

Sean n sectores económicos interrelacionados entre sí, la producción de cada sector puede venderse en el mercado de productos intermedios (a los otros sectores) o como producto final. Así, el destino de la producción del sector i -ésimo puede representarse como:

$$X_i = X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in} + C_i + I_i + G_i + Z_i + E_i \quad (1)$$

Donde:

- X_i es el valor de la producción doméstica del sector i -ésimo.
- X_{ij} es el valor de la producción doméstica que el sector i -ésimo le vende al sector j -ésimo.
- C_i es el valor de la producción doméstica del sector i -ésimo vendida como bien de consumo a los residentes.
- I_i es el valor de la producción doméstica del sector i -ésimo vendida como bien de inversión (formación bruta de capital fijo).
- G_i es el valor de la producción doméstica del sector i -ésimo vendida al sector público.
- Z_i es el valor (neto) de la producción doméstica del sector i -ésimo destinado a los inventarios.
- E_i es el valor de la producción doméstica del sector i -ésimo exportada al resto del mundo.

Se puede observar que en la ecuación (1) se pueden diferenciar dos tipos de venta: consumo intermedio (X_{ij}) o demanda final (Y_i):

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + Y_i \quad 1 \leq i \leq n \quad (2)$$

Con

$$Y_i = C_i + I_i + G_i + Z_i + E_i \quad 1 \leq i \leq n \quad (3)$$

A partir del valor producido, cada sector compra productos intermedios (a otros sectores) como insumos de su propio proceso productivo y paga a los factores productivos. Por lo tanto, el uso que el sector j -ésimo haga de su valor de producción es:

$$X_j = X_{1j} + \dots + X_{nj} + M_{1j} + \dots + M_{nj} + S_j + B_j + T_j \quad 1 \leq i \leq n \quad (4)$$

Donde:

- X_j es el valor de la producción del sector j -ésimo.
- X_{ij} es el valor de la producción que el sector j -ésimo compra al sector i -ésimo (o que el i -ésimo le vende a éste).
- M_{ij} es el valor de las importaciones de insumos intermedios del sector i , que compra el sector j .
- S_j son los costos de las remuneraciones pagados por el sector j -ésimo.
- B_j son los excedentes brutos de explotación del sector j -ésimo.
- T_j son los impuestos netos pagados por el sector j -ésimo.

En la ecuación (4) se pueden diferenciar tres partes: la adquisición de insumos intermedios nacionales, el uso de los insumos intermedios importados y el valor agregado:

$$X_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} + \sum_{i=1}^n M_{ij} + VAB_j \quad (5)$$

Con

$$VAB_j = S_j + B_j + T_j \quad (6)$$

Las identidades contables anteriores se muestran matricialmente en la Tabla 3-2.

¹ Este desglose es válido cuando la información disponible discrimina entre consumo intermedio de bienes y servicios de producción doméstica y de origen importado.

Tabla 3-2: Identidades contables expresadas matricialmente

	Sector l	Sector j	Sector n	Consumo	Inversión.	Gasto	Δ Inventarios	Exportaciones	VBP
Sector l	X_{11}	... X_{1j}	... X_{1n}	C_1	I_1	G_1	Z_1	E_1	X_1
\vdots	\vdots			\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Sector i	X_{i1}	... X_{ij}	... X_{in}	C_i	I_i	G_i	Z_i	E_i	X_i
\vdots	\vdots			\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Sector n	X_{n1}	... X_{nj}	... X_{nn}	C_n	I_n	G_n	Z_n	E_n	X_n
Sector l	M_{11}	... M_{1j}	... M_{1n}	C_1^M	I_1^M	G_1^M	Z_1^M	E_1^M	M_1^{Total}
\vdots	\vdots			\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Sector i	M_{i1}	... M_{ij}	... M_{in}	C_i^M	I_i^M	G_i^M	Z_i^M	E_i^M	M_i^{Total}
\vdots	\vdots			\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Sector n	M_{n1}	... M_{nj}	... M_{nn}	C_n^M	I_n^M	G_n^M	Z_n^M	E_n^M	M_n^{Total}
Remuneraciones	S_1	... S_j	... S_n						ΣS_i
Exc. bruto de explotación	B_1	... B_j	... B_n						ΣB_i
Imp. netos sobre la producción	T_1	... T_j	... T_n						ΣT_i
VBP (insumos)	X_1	... X_j	... X_n						

Fuente: Schuschny (2005)

Donde VBP es el valor bruto de la producción, el sector j (columna) es considerado productor (demanda insumo) mientras que el i (fila) vendedor. Resumiendo en notación de matricial, se tiene:

Tabla 3-3: Resumen representación matricial

	Producción	Demanda final	VBP
Producción (doméstica)	H	Y	X
Producción (importada)	M		
Valor agregado	VAB'		
VBP (insumos)	X'		

Fuente: Schuschny (2005)

La suma de la fila de cada sector (el destino de los productos vendidos u outputs), debe ser igual a la suma de la columna de dicho sector (el origen de sus compras o inputs). Esto significa que el total de los inputs empleados por un sector debe ser igual al valor de sus outputs. Finalmente, se deduce que:

$$PIB = \sum_{i=1}^n (C_i + I_i + G_i + Z_i + E_j - \sum_{j=1}^n M_{ij}) \equiv \sum_{i=1}^n (S_j + B_j + T_j) = \sum_i^n VAB_i \quad (7)$$

3.2. Modelo insumo-producto

El modelo de insumo-producto busca describir la interdependencia estructural que existe entre los diversos sectores de una economía. La presentación del modelo se basa en un conjunto integrado de matrices, que muestran el equilibrio entre la oferta y el empleo de bienes y servicios.

El modelo insumo-producto asume que la función de producción es lineal y, por lo tanto, los coeficientes técnicos se asumen constantes durante el período de análisis, dado que se supone que el nivel de producción que el sector i -ésimo vende al j -ésimo, es una proporción constante del nivel de producción del sector (Schuschny, 2005), es decir:

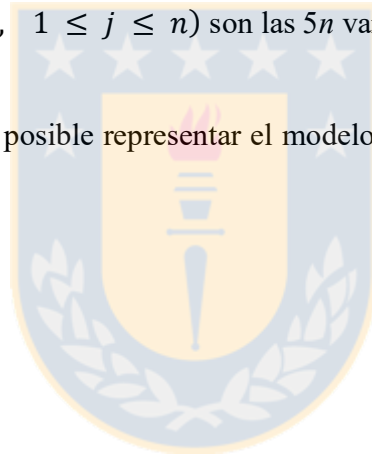
$$X_{ij} = a_{ij} \cdot X_j \quad 1 \leq i \leq n \quad 1 \leq j \leq n \quad (8)$$

$$X_j = \frac{X_{ij}}{a_{ij}} \quad 1 \leq i \leq n \quad 1 \leq j \leq n \quad (\forall a_{ij} \neq 0) \quad (9)$$

Donde a_{ij} es denominado coeficiente técnico, el cual implica que la productividad marginal de cada factor es constante e igual a su productividad media. Por ello la “función de producción” (de coeficientes constantes) tiene rendimientos constantes a escala.

La representación matricial de estas relaciones es: $H = AX \Rightarrow HX^{-1}$, siendo X la matriz diagonal de producciones domésticas ($X_{ij} = X_i$ y $X_{ij}^{-1} = \frac{1}{X_i}$). Se supone en este modelo que las X_i y X_{ij} , $1 \leq i \leq n$, $1 \leq j \leq n$ son las $n + n^2$ variables endógenas mientras que C_i, I_i, G_i, Z_i, E_j , ($1 \leq i \leq n$, $1 \leq j \leq n$) son las $5n$ variables exógenas².

A partir de estos supuestos es posible representar el modelo en forma matricial indicados en la Tabla 3-4.



² Es posible, según lo que el analista busca, endogenizar alguna de las variables consideradas exógenas

Tabla 3-4: Representación de la información con la matriz de coeficientes técnicos

	Sector	Sector j	Sector n		Consumo	Inversión	Gasto	Δ Inventarios	Exportaciones	VBP
Sector 1	a_{11}	... a_{1j}	... a_{1n}	X_1	$+C_1$	$+I_1$	$+G_1$	$+Z_1$	$+E_1$	$= X_1$
\vdots	\vdots			\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Sector i	a_{i1}	... a_{ij}	... a_{in}	X_i	$+C_i$	$+I_i$	$+G_i$	$+Z_i$	$+E_i$	$= X_i$
\vdots	\vdots			\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Sector n	a_{n1}	... a_{nj}	... a_{nn}	X_n	$+C_n$	$+I_n$	$+G_n$	$+Z_n$	$+E_n$	$= X_n$
Sector 1	m_{11}	... m_{1j}	... m_{1n}							
\vdots	\vdots									
Sector i	m_{i1}	... m_{ij}	... m_{in}							
\vdots	\vdots									
Sector n	m_{n1}	... m_{nj}	... m_{nn}							
Remuneraciones	S_1	... S_j	... S_n							
Exc. bruto de explotación	B_1	... B_j	... B_n							
Imp. netos sobre la producción	T_1	... T_j	... T_n							
VBP	X_1	... X_j	... X_n							

Fuente: Schuschny (2005)

$$X = A \cdot X + y \quad X \in \mathbb{R}^{n \times n} \quad Y \in \mathbb{R}^{n \times 1} \quad (10)$$

Cuyos componentes son:

$$X \equiv \begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix}; \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}; \quad Y \equiv \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 + I_1 + G_1 + Z_1 + E_1 \\ \vdots \\ C_n + I_n + G_n + Z_n + E_n \end{pmatrix} \quad (11)$$

Donde A es la matriz de requerimientos directos, pues sus elementos de matriz indican la proporción en la que un insumo es demandado para generar una unidad de producto. Entonces, con un poco de álgebra matricial, se obtiene la expresión del modelo de Leontief:

$$X = (I - A)^{n-1} \cdot Y = B \cdot Y \quad (12)$$

Donde I es la matriz de identidad. La matriz $(I - A)$ se conoce como matriz de Leontief, mientras que la matriz $B = (I - A)^{n-1}$ se denomina matriz inversa de Leontief y cada una de sus elementos denotan los requerimientos totales (directos e indirectos) en la obtención de la producción de cada sector.

Cada elemento b_{ij} de la matriz de Leontief, representa la cantidad de producción que debería realizar el sector i , para satisfacer, ceteris paribus, una unidad de demanda final neta de importaciones del producto j -ésimo y, como es constante, da cuenta de la variación en el valor de la producción del sector i -ésimo como consecuencia de la variación de la demanda final neta de importaciones del sector j -ésimo, esto es:

$$b_{ij} = \frac{dX_i}{dY_j} \quad (13)$$

Así, los elementos de la matriz inversa de Leontief cuantifican el impacto sobre la industria i -ésima 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.

Basándonos en la definición de las series geométricas es fácil demostrar que para toda matriz $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ se cumple lo siguiente:

$$(I - A)^{n-1} = I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n + \dots = \sum_{k=0}^{\infty} A^k \quad (14)$$

Con esta identidad matemática se ve claramente como la matriz inversa de Leontief, da cuenta de los efectos directos e indirectos de la demanda final neta de importaciones, sobre el proceso de producción. El primer término, habla de la producción necesaria para atender la demanda final neta de importaciones directamente; el segundo, de la producción adicional para atender las necesidades de insumos para la producción requerida para atender esa demanda final (primera ronda); la tercer ronda, es la producción adicional para atender la producción incremental de la segunda ronda, y así sucesivamente.

Por otro lado, la matriz inversa de Leontief, que describe el total de necesidades de insumos directos e indirectos, es tal que sus elementos diagonales deben ser mayores o iguales a 1 ($b_{ij} \geq 1 \forall 1 \leq i \leq n$), lo que significa que para producir una unidad adicional para satisfacer la demanda final neta de importaciones, es necesario aumentar la producción al menos en una unidad.

3.3. Extensión ambiental del modelo insumo-producto

La intensidad de emisiones de CO_2 (dióxido de carbón) de un sector económico se define como la emisión total de CO_2 por unidad de producción de dicho sector. Puesto que las emisiones de CO_2 provienen fundamentalmente del uso de combustible fósiles, existe una relación directa entre su uso energético y las emisiones de CO_2 (Schuschny, 2005).

El sector agrícola y silvícola es una excepción a lo anterior puesto que gran parte de sus emisiones provienen de otras actividades, no solo del uso de combustible fósiles. Especialmente en el sector silvícola destacan los procesos de deforestación y degradación de los bosques (uso de suelos). Al mismo tiempo, este sector genera una captura de emisiones de CO_2 por lo que el valor de emisiones de CO_2 , posee un valor negativo.

Por otra parte, las emisiones de CO₂ utilizadas para la producción de un sector económico, se componen de las emisiones directas de ese sector, más las emisiones indirectas del sector debido a la producción de bienes y servicios realizada por otros, pero requeridas por este sector.

3.4. 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. Al incorporar los precios dentro de la estructura del modelo, sean p_i , los precios unitarios del producto i , 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 agregado (remuneraciones, excedentes bruto de explotación e impuestos) por unidad de producto j , es la diferencia entre el precio del producto y esta última cantidad (Schuschny, 2005):

$$v_j = \frac{VAB_j}{X_j} = p_j - \sum_{i=1}^n p_i a_{ij} \quad (15)$$

Entonces, en representación matricial: $v = p - (p'A) \in \mathbb{R}^{n \times 1}$, luego:

$$p = A'p + v \quad (16)$$

Resolviendo se tiene: $p = (I - A')^{-1} \cdot v$ y considerando que: $I - A' = (I - A)'$ y $(M')^{-1} = (M^{-1})'$:

$$p = [(I - A)^{-1}]' \cdot v \in \mathbb{R}^{n \times 1} \quad (17)$$

Cabe destacar que en la representación de la matriz de insumo-producto, el valor agregado es un vector fila de $1 \times n$, mientras que aquí es un vector de columnas $n \times 1$.

El modelo de precios se define en función de las condiciones estructurales de la economía (relaciones técnicas de producción y costos primarios). Sin embargo, ignora la posibilidad de economías de escala en el sistema de producción y, por lo tanto, el modelo de precios ignora totalmente la relación de la demanda final en la determinación de los precios.

Incorporando 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 j , p_j se puede expresar como el costo total de insumos intermedios y gastos totales de valor agregado como sigue (Llop, 2008):

$$p_j = (1 + \tau_j) \left[\sum_{i=1}^n p_i a_{ij} + w l_j + r k_j + (1 + t_j^m) p_j^m m_j \right] \quad (18)$$

Donde

- p_j son los precios de producción en el sector j .
- τ_j es el impuesto sobre la producción, en términos netos.
- p_i son los precios unitarios del producto i .
- a_{ij} son los coeficientes técnicos insumo-producto.
- w es el precio del trabajo (remuneraciones), que incluye la tasa de seguridad social pagada por el sector j .
- l_j es el coeficiente de mano de obra.
- r es el pago a capital.
- k_j es el coeficiente del capital.
- p_j^m es el precio de las importaciones.
- m_j es el coeficiente de importaciones.
- t_j^m es la tasa *ad-valorem* del arancel a las importaciones en el sector j .
- τ_j es el impuesto *ad-valorem* sobre la producción en términos netos.

En este contexto, el impacto que ejerce la aplicación de un subsidio (\mathcal{S}_j) en la estructura de costos del sector j se puede evaluar en la siguiente ecuación:

$$p_j^{\mathcal{S}} = (1 + \tau_j)(1 - \mathcal{S}_j) \left[\sum_{i=1}^n p_i a_{ij} + w l_j + r k_j + (1 + t_j^m) p_j^m m_j \right] \quad (19)$$

Con $j = \text{Silvícola}$

La ecuación expresada en forma matricial se puede escribir de la siguiente forma:

$$(I - A'^*) p^{\mathcal{S}} = b \quad (20)$$

Donde A'^* es la transpuesta de la matriz de coeficientes técnicos que incorpora la aplicación de un subsidio al sector j , y b es el vector de valor agregado por cada unidad de producto, e incluye las variables de capital, mano de obra y de insumos importados. Esto es:

$$A'^* = \begin{bmatrix} \frac{\tau_1}{(1+\tau_1)} + a_{11} & \cdots & a_{j1} & \cdots & a_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{1j} & \cdots & \frac{\tau_j - \tau_j \delta_j - \delta_j}{(1+\tau_j)(1-\delta_j)} + a_{jj} & \cdots & a_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{1n} & \cdots & a_{jn} & \cdots & \frac{\tau_n}{(1+\tau_n)} + a_{nn} \end{bmatrix} ; \text{ con } j = \text{Silvícola} \quad (21)$$

Luego,

$$(I - A'^*) = \begin{bmatrix} 1 - \frac{\tau_1}{(1+\tau_1)} - a_{11} & \cdots & -a_{j1} & \cdots & -a_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -a_{1j} & \cdots & 1 - \frac{\tau_j - \tau_j \delta_j - \delta_j}{(1+\tau_j)(1-\delta_j)} - a_{jj} & \cdots & -a_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -a_{1n} & \cdots & -a_{jn} & \cdots & 1 - \frac{\tau_n}{(1+\tau_n)} - a_{nn} \end{bmatrix} \quad (22)$$

Finalmente, el vector b de valor agregado (más importaciones) se puede descomponer en la siguiente suma vectorial:

$$b = A_m P_m + A_l P_l + A_k P_k \quad (23)$$

En la expresión anterior, A_m , A_l y A_k son matrices diagonales que contienen como elementos los coeficientes de importación, trabajo y capital con relación a la producción total sectorial. Similarmente, los vectores P_m , P_l y P_k incorporan los precios de importación, remuneración y capital, respectivamente.

Así, los precios de producción quedarán determinados según la siguiente operación matricial:

$$p^s = [(I - A^*)^{-1} \cdot b] \quad (24)$$

En términos matemáticos la inversa de la transpuesta de una matriz coincide con la transpuesta de la inversa, la expresión anterior es equivalente a:

$$p^{\delta} = [(I - A^*)']^{-1} \cdot b \quad (25)$$

Esta última relación responde al modelo insumo-producto de precios o dual, en el cual la transpuesta de la matriz inversa de Leontief se multiplica por un vector cuyos componentes se consideran parámetros exógenos.

Combinando las ecuaciones (23) y (25) la expresión final queda:

$$p^{\delta} = [(I - A^*)']^{-1} \cdot [A_m P_m + A_l P_l + A_k P_k] \quad (26)$$

El impacto de un subsidio al sector j (silvícola) también puede ser analizado en términos de cambios en el Índice de Precios al Consumidor. El Índice de Precios al Consumidor examina los precios promedios ponderados para una canasta de bienes consumidos por los hogares y es calculado mediante el uso de una canasta de precios para productos finales.

$$p_c = \sum_{i=1}^n p_i \alpha_i \quad (27)$$

Donde p_i es el precio de producción del sector i y α_i es la participación de los productos finales del sector i como la proporción de los productos totales consumidos en la economía. El impacto del subsidio sobre el ingreso privado que podría definirse como un cambio aproximado en el bienestar del consumidor y se puede analizar mediante la expresión siguiente:

$$\Delta W = W - W^{\delta} = \sum_{i=1}^n p_i C_i - \sum_{i=1}^n p_i^{\delta} C_i \quad (28)$$

Donde p_i y p_i^{δ} son los precios de consumo antes y después de la aplicación de un subsidio (al sector j) respectivamente, C_i es el consumo de bienes del sector i . Cualquier valor positivo en el cambio aproximado del bienestar corresponde a una situación donde existe un beneficio para el consumidor.

Los cambios en los precios de producción sectorial 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 está en la misma proporción que el cambio en la cantidad, lo que mantiene 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 como:

$$X_i^S = p_i X_i / p_i^S \quad (29)$$

Tomando en cuenta que los precios en el equilibrio de referencia son normalizados igual a 1 (es decir, $p_i = 1$).

Usando el supuesto de proporcionalidad del enfoque de insumo-producto, las emisiones totales de CO₂ de cada sector están directamente vinculadas a la producción total de ese sector. Por lo tanto, podemos aproximar las nuevas emisiones sectoriales que se generan después de la aplicación de un subsidio por:

$$E_i^S = e X_i^S \quad (30)$$

Por último, el gasto fiscal generado por un subsidio (GF), es evaluado como:

$$GF = \sum_{i=1}^n S_i p_i^S X_i^S \quad (31)$$

3.5. Regionalización de la matriz de coeficientes técnicos

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 parte del hecho de que los coeficientes técnicos regionales (a_{ij}^R) se derivan de los nacionales (a_{ij}^N) a partir de un efecto multiplicativo surgido de un factor de participación dentro del comercio regional (Tohmo, 2004).

$$a_{ij}^R = LQ \cdot a_{ij}^N \quad (32)$$

El subíndice i denota a la industria que vende el insumo y j la industria que lo compra. Los criterios sobre los tamaños relativos se estiman usando datos de la producción o empleo. El primer criterio se captura con (X_i^R/X_i^N) , el segundo con (X_j^R/X_j^N) y el tercero con (X^R/X^N) donde X_i^R es la producción regional, X_i^N la producción nacional, ambas para el sector i ; X_j^R es la producción regional, X_j^N la producción nacional, ambas para el sector j , y además, X^R y X^N denotan la producción regional total y la producción nacional total.

Así, se definen el coeficiente de localización simple (SLQ_i) y el coeficiente de localización interindustrial ($CILQ_{ij}$).

$$SLQ_i = \frac{\frac{X_i^R}{X^R}}{\frac{X_i^N}{X^N}} \quad (33)$$

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).

$$CILQ_{ij} = \frac{SLQ_i}{SLQ_j} \quad (34)$$

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 1 (Flegg et al., 1995).

El coeficiente inter-industrial $CILQ_{ij}$ es más representativo de las condiciones locales que los producidos por el ajuste de SLQ_i (Tohmo, 2004). Según el ajuste de $CILQ_{ij}$, algunos de los insumos tendrán que ser cubiertos por importaciones de otras regiones. En un esfuerzo por abordar este problema, Flegg et al. (1995) propuso un nuevo coeficiente de localización, la fórmula del FLQ_{ij} que se toma en cuenta explícitamente el tamaño regional.

Se define el FLQ_{ij} ajustado como:

$$FLQ_{ij} = CILQ_{ij} \cdot \lambda \text{ si } i \neq j \quad (35)$$

$$FLQ_{ij} = SLQ_i \cdot \lambda \text{ si } i = j \quad (36)$$

Donde:

$$\lambda = \log_2 \left(1 + \frac{X^R}{X^N} \right)^\delta \quad (37)$$

El parámetro λ es un corrector de ajuste que busca evitar que el peso de la producción regional de algunas industrias sea sobrestimado. El corrector de ajuste tiene en cuenta el tamaño relativo de las compras y ventas de insumos de las industrias regionales. 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 & Webber, 1997).

CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE DATOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

4.1. Datos para la regionalización de la MIP

Para hacer análisis económico en la región del Biobío se requiere una matriz de insumo-producto regional, la cual no está actualizada dado que la existente se encuentra con datos oficiales de 1996. Para ello, se decidió construir esta matriz con técnicas indirectas, que consiste en tomar información de la matriz insumo-producto nacional modificando los coeficientes técnicos por ciertos factores de ajustes.

Específicamente, se utilizó la matriz insumo-producto nacional para el año 2008 (MIP 2008) desagregada a 111 sectores y para hacer manejable esta información se redujo a una matriz cuadrada de dimensiones 21x21 sectores, cuya agregación se detallan en el anexo A.

Por otra parte, los datos del PIB (Producto Interno Bruto) regional se encuentran desagregados sólo en 12 sectores productivos, por lo que se debió generar una desagregación para 21 sectores económicos debido a que se requería la apertura de los sectores agropecuario-silvícola e industria manufacturera. Específicamente, porque el subsidio se aplica solo al sector silvícola y que por el encadenamiento productivo la industria manufacturera incluye sub-sectores que también se verían afectados por la existencia de este subsidio. El detalle de la producción desagregada por sector se muestra en el anexo B.

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 (Caracterización Socioeconómica Nacional) que fueron pagados por las empresas de los diversos sectores en la región del Biobío.

Una vez calculado el PIB regional para los 21 sectores de interés, se obtienen los coeficientes SLQ , $CILQ$, FLQ y FLQ ajustado (ver sección 3.5). Luego, la regionalización de la MIP se obtiene del efecto multiplicativo de los coeficientes técnicos nacional con los coeficientes de localización FLQ ajustados. Estos coeficientes se encuentran en el anexo B y los coeficientes técnicos a_{ij}^R estimados para la región del Biobío se encuentran la siguiente Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Coeficientes técnicos estimados para la región del Biobío

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	Química, caucho y plástico	Fabricación de productos minerales no metálicos	Productos metálicos, maquinaria y equipos, y 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	0,085	0,044	0,000	0,000	0,113	0,205	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	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	0,028	0,310	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,032	0,016	0,000	0,000	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	0,145	0,000	0,108	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	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	0,011	0,016	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Industria Alimentaria	0,041	0,000	0,116	0,005	0,080	0,033	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	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	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	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	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001
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	0,004	0,002	0,001	0,002	0,078	0,001	0,001	0,001	0,001	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	0,046	0,009	0,003	0,010	0,003	0,028	0,002	0,015	0,007	0,004
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	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,001	0,008	0,003	0,002
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	0,006	0,002	0,000	0,002	0,002	0,001	0,007	0,000	0,001	0,001
Química, caucho y plástico	0,004	0,001	0,003	0,021	0,003	0,027	0,004	0,001	0,001	0,006	0,001	0,021	0,003	0,001	0,000	0,007	0,004	0,001	0,000	0,002	0,003
Fabricación 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	0,010	0,071	0,023	0,000	0,069	0,002	0,000	0,001	0,000	0,001
Productos metálicos, maquinaria y equipos, y otros n.c.p.	0,004	0,006	0,010	0,173	0,005	0,050	0,011	0,002	0,005	0,010	0,002	0,022	0,013	0,034	0,003	0,077	0,020	0,016	0,013	0,008	0,007
Electricidad, Gas y Agua	0,021	0,005	0,007	0,620	0,024	0,108	0,031	0,013	0,039	0,039	0,099	0,138	0,042	0,015	1,069	0,012	0,060	0,022	0,055	0,025	0,050
Construcción	0,001	0,000	0,001	0,002	0,000	0,003	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,005	0,003	0,008	0,017	0,009
Comercio, Restaurantes y hoteles	0,014	0,004	0,009	0,046	0,007	0,041	0,023	0,002	0,003	0,014	0,010	0,029	0,020	0,006	0,001	0,024	0,027	0,018	0,010	0,009	0,007
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	0,029	0,011	0,004	0,002	0,007	0,072	0,094	0,021	0,011	0,011
Ss. Financieros y Empresariales	0,004	0,001	0,003	0,006	0,002	0,019	0,006	0,001	0,000	0,005	0,004	0,006	0,002	0,002	0,000	0,008	0,026	0,006	0,023	0,013	0,003
Servicios Personales	0,004	0,001	0,007	0,136	0,014	0,228	0,027	0,007	0,006	0,059	0,040	0,057	0,016	0,016	0,002	0,028	0,075	0,034	0,111	0,058	0,021
Administración Pública	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001

Fuente: Elaboración propia

4.2. Datos utilizados en el modelo de precios de Leontief

Dado que no existe información de valor agregado, impuestos *ad valorem* e importaciones a nivel regional, se aplicó la proporción sectorial del PIB de la región a los componentes de valor agregado nacionales. Para obtener el vector b se sumaron las remuneraciones, excedente bruto de explotación, importaciones y aranceles.

El vector de consumo final regional se obtuvo del cuadrante de utilización final total a precio de usuarios de la MIP 2008. Este componente desagregado considera la misma proporción del PIB regional respecto al PIB nacional.

4.3. Datos ambientales para emisiones

Ambientalmente los gases de efecto invernadero CO_2 y CO_2e regulan el calentamiento global de la superficie de la tierra³. En Chile, se publican estos datos en un inventario GEI, el cual registra la cantidad de gases de efecto invernaderos emitidos o eliminados hacia la atmósfera durante un período de tiempo específico, generalmente un año. Sin embargo, no incluye la desagregación sectorial ni regional requerida en este trabajo.

Asumiendo que las emisiones de CO_2 y CO_2e por unidad producida a nivel sectorial son similares a nivel nacional y regional, la Tabla 4-2 muestra la intensidad de emisiones para 21 sectores productivos de la región del Biobío. Esto a objeto de analizar el impacto en la producción y evaluar en qué medida las emisiones de contaminantes se ven alteradas.

Para el cálculo de los datos se utilizó el trabajo de Muñoz & Mardones (2016) quienes estimaron las emisiones de CO_2 y CO_2e por unidad producida para el año 2010 en Chile.

³ El dióxido de carbono equivalente (CO_2e) es una medida universal de medición utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero, es decir, también incluye los efectos del metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y de otros gases de efecto invernadero de vida larga.

Tabla 4-2: Emisiones de CO₂ y CO₂e por unidad de producción para la región del Biobío

Sector	Producción	Ton CO ₂ /unidad de Producción	Ton CO ₂ e/unidad de Producción	Total emisiones CO ₂	Total emisiones CO ₂ e
Agropecuario	208.728	0,03444	5,62730	7.189	1.174.572
Silvicultura y extracción de madera	27.480	0,02359	-25,28001	648	-694.688
Pesca	16.100	0,47072	0,47232	7.579	7.605
Minería	13.614	0,31903	0,31995	4.343	4.356
Industria Alimentaria	481.567	0,16267	0,16332	78.337	78.651
Bebidas y tabaco	13.828	0,16267	0,16332	2.249	2.258
Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	5.865	0,04833	0,04848	283	284
Maderas y muebles	84.261	0,03987	0,04000	3.359	3.370
Celulosa y Papel	156.808	0,19026	0,19071	29.835	29.904
Imprentas y editoriales	2.745	0,19026	0,19071	522	524
Elaboración de combustibles	12.308	0,05724	0,05738	705	706
Química, caucho y plástico	60.418	0,08402	0,08449	5.076	5.105
Fabricación de productos minerales no metálicos	40.445	0,71256	0,71716	28.819	29.006
Productos metálicos, maquinaria y equipos	291.603	0,09597	0,09646	27.986	28.129
Electricidad, Gas y Agua	1.271.074	2,83497	2,84957	3.603.452	3.622.015
Construcción	1.283.030	0,05919	0,05922	75.938	75.982
Comercio, Restaurantes y hoteles	1.698.441	0,07530	0,07553	127.894	128.281
Transporte y Telecomunicaciones	1.340.873	1,34068	1,34526	1.797.688	1.803.821
Ss. Financieros y Empresariales	1.375.785	0,00111	0,00111	1.523	1.526
Servicios Personales	3.844.539	0,00622	0,00624	23.926	23.983
Administración Pública	613.385	0,00827	0,00829	5.072	5.084

Fuente: Elaboración propia en base a Muñoz & Mardones (2016)

4.4. Análisis descriptivo del subsidio aplicado al sector silvícola

El modelo de precios de Leontief requiere para su análisis determinar en cuanto se modificaría el precio en el sector silvícola ante la existencia de un subsidio. Para esto, se simularon datos reales de una empresa del sector forestal para calcular en cuanto se podrían ver alterados los precios de este sector considerando una situación con o sin subsidio, a partir de su estructura de costos.

Los ingresos son valorizados a precios de mercado en US\$ 23.350/Há, además considera un valor residual que estima el precio de venta del terreno en el año 25. Por otro lado, la estructura de costos incluye el manejo de la plantación asociado a la primera, segunda, tercera poda y su recuperación. La tasa de costo del capital es del 7%⁴ utilizada para inversiones en el sector

⁴ La tasa del 7% se obtuvo de los estudios realizados por Aswath Damodaran para el sector papel y productos forestales. http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html

forestal. El análisis de los VAN (valor actual neto) no considera costos de depreciación dado que la maquinaria utilizada en las faenas forestales se contrata mediante servicios externos.

Dado que no se tuvo información desagregada de US\$/Há bonificada para la región del Biobío, se procede al cálculo proporcional de esta información a nivel nacional de acuerdo a la superficie bonificada por región, luego estos porcentajes son aplicados a cada ítem de bonificación por año. Para el análisis se consideró los montos de bonificaciones otorgadas a las plantaciones del año 1990, asumiendo que la explotación del bosque se realiza en el año 2014 (datos reales empresa forestal). El detalle de montos subsidiados se encuentra en el anexo D.

Finalmente, para determinar en cuánto variarían los precios de los rollizos aserrables ante la ausencia del subsidio se simuló dos VAN, uno con y otro sin subsidio, asumiendo que la empresa mantiene el mismo margen de utilidad para un horizonte de inversión de 25 años.

Las Tabla 4-3 y Tabla 4-4 detallan los flujos de caja que incluyen los ingresos y egresos para una plantación forestal requeridos para el cálculo del VAN. La situación con subsidio incluye en sus ingresos la bonificación forestal, amparada en el D.L. 701 de 1974, información que se obtuvo a partir de la base de datos de la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

A partir de los dos VAN obtenidos, con y sin subsidio (US\$1.221 y US\$961), se determina en cuánto deberían incrementarse los precios de ventas 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.

Tabla 4-3: Flujo de caja empresa del sector con bonificación forestal (US\$/Há)

			Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Ingresos																													
Ingresos (Venta explotación Bosque)	Há	US\$/Há		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.350
Valor Residual del Proyecto				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.231
Ingresos_DL 701/74_Forestación	Há	US\$/Há		109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos_DL 701/74_Administración	Há	US\$/Há		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos_DL 701/74_Poda	Há	US\$/Há		0	0	0	0	26	0	26	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos_DL 701/74_Estab. De Dunas	Há	US\$/Há		184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Ingresos del proyecto	Há	US\$/Há		298	0	0	0	26	0	26	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.581
Costos																													
Inversión Inicial:																													
Cercos	Há	US\$/Há		48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cortafuegos	Há	US\$/Há		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fertilización	Há	US\$/Há		50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantación	Há	US\$/Há		136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantas de pino	Há	US\$/Há		192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparación de suelos	Há	US\$/Há		204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción de sustratos	Há	US\$/Há		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción de estaquillas	Há	US\$/Há		76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Replante	Há	US\$/Há		41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Roce	Há	US\$/Há		112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semillas	Há	US\$/Há		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de residuos	Há	US\$/Há		235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Control maleza plantación	Há	US\$/Há		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terreno forestal	Há	US\$/Há		1.493	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primera poda	Há	US\$/Há		0	0	0	0	0	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación de poda	Há	US\$/Há		0	0	0	0	0	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Segunda poda	Há	US\$/Há		0	0	0	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tercera poda	Há	US\$/Há		0	0	0	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total costos del proyecto		US\$/Há		2.698	0	0	0	426	0	118	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Bruta		US\$/Há		(2.698)	298	0	0	0	(400)	0	(92)	(99)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.581
Impuestos		US\$/Há		62	0	0	0	(84)	0	(19)	(21)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.792
Utilidad Neta		US\$/Há		235	0	0	0	(316)	0	(73)	(78)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.789

Fuente: Elaboración propia en base a datos empresa del sector forestal y tabla de bonificaciones de CONAF (2012)

Tabla 4-4: Flujo de caja empresa del sector sin bonificación forestal (US\$/Ha)

			Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ingresos																												
Ingresos (Venta explotación Bosque)	Há	US\$/Há	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23.137
Valor Residual (terreno forestal)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.231
Total Ingresos de Caja				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.368
Costos																												
Inversión Inicial:																												
Cercos	Há	US\$/Há	47,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cortafuegos	Há	US\$/Há	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fertilización	Há	US\$/Há	50,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantación	Há	US\$/Há	135,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantas de pino	Há	US\$/Há	192,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preparación de suelos	Há	US\$/Há	203,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción de sustratos	Há	US\$/Há	5,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción de estaquillas	Há	US\$/Há	76,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Replante	Há	US\$/Há	41,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Roce	Há	US\$/Há	111,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semillas	Há	US\$/Há	5,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento de residuos	Há	US\$/Há	235,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Control maleza plantación	Há	US\$/Há	99,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terreno forestal	Há	US\$/Há	1.492,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primera poda	Há	US\$/Há	0	0	0	0	0	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuperación de poda	Há	US\$/Há	0	0	0	0	0	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Segunda poda	Há	US\$/Há	0	0	0	0	0	0	0	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tercera poda	Há	US\$/Há	0	0	0	0	0	0	0	0	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total costos del proyecto			US\$/Há	2.698	0	0	0	426	0	118	125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Bruta			US\$/Há	(2.698)	0	0	0	(426)	0	(118)	(125)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.368
Impuestos			US\$/Há	0	0	0	0	(89)	0	(25)	(26)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.167
Utilidad Neta			US\$/Há	0	0	0	0	(336)	0	(94)	(99)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23.201

Fuente: Elaboración propia en base a datos empresa del sector forestal y tabla de bonificaciones de CONAF (2012)

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS

El modelo de precios de Leontief presentado en la sección 3.4 permite evaluar la introducción de un subsidio al sector silvícola y su interdependencia para 21 sectores económicos de la región del Biobío. Específicamente, en las siguientes secciones se detallan los cambios en los precios, disminución del gasto, incremento en el gasto fiscal, IPC (índice de precios al consumidor) y emisiones totales para cada sector.

5.1. Simulación de tasas de subsidios al sector silvícola

Para este estudio, la tasa de subsidio se refiere al porcentaje de rebaja en los precios del sector silvícola ante la presencia de bonificaciones forestales. En la tabla 5-1 se muestran 3 escenarios para generar rangos pesimistas y optimistas que permitirán evaluar sus efectos en los precios sectoriales, éstas son: 4%, 8,37% (tasa calculada en base a bonificaciones D.L 701/74 vigente a Dic 2012) y 12%. Como era de esperar, el sector silvicultura y extracción de madera es el más beneficiado por cuanto el subsidio sólo se aplica a ese sector.

Ante distintas tasas de subsidios, se observan importantes variaciones en aquellos sectores relacionados directamente con el sector silvícola, principalmente el sector madera y muebles con una disminución en sus precios del 0,46%, 0,94% y 1,33% para cada una de las tasas simuladas. El sector celulosa y papel también presenta disminuciones en sus precios del 0,20%, 0,42% y 0,59%, respectivamente. Cabe destacar que, el insumo que produce el sector silvícola es materia prima para ambos sectores lo cual explicaría las variaciones en sus precios frente a distintas tasas de bonificaciones.

Si se compara la aplicación del subsidio más bajo del 4% con la aplicación del subsidio más alto con un 12% en Chile, es posible observar que la variación en los precios del sector silvícola disminuye en 10,84 puntos porcentuales. Distintos son los resultados para los sectores maderas y muebles, agropecuario y celulosa y papel ya que ante la misma comparación se observan disminuciones de 0,87, 0,50 y 0,38 puntos porcentuales, respectivamente. Estas diferencias son atribuibles porque dichos sectores son demandantes de madera.

Tabla 5-1: Variación de precios sectoriales para distintas tasas de subsidios

Sector	Tasas de Subsidios		
	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%
Alimenticia	-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, y otros n.c.p.	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, Empresariales e Inmov	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

Al aplicar una tasa de subsidio del 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 más baja en los precios de producción se da en el mismo sector (11,74%), seguido del sector madera y muebles (0,94%), agropecuario (0,54%) y celulosa y papel (0,42%).

Lo anterior se puede explicar a través de los coeficientes técnicos regionales representados en Tabla 4-1. Estos coeficientes registran la necesidad directa de insumos de cada sector para producir una unidad del producto que dicho sector elabora, es decir, representa la proporción en que un insumo es demandado para generar una unidad del producto.

El sector silvícola es el más beneficiado con la aplicación de un subsidio por presentar las mayores caídas en los precios debido a que es el sector donde se aplica el subsidio del 8,37% y además porque este sector es el que requiere mayor cantidad de insumos desde sí mismo por unidad de producción, es decir, requiere \$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. Luego, 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. Esto se refuerza con el efecto indirecto del encadenamiento productivo.

Otros sectores también se favorecen indirectamente por la existencia del subsidio, tal es el caso del sector imprentas y editoriales que requiere de \$0,392 de insumos del sector celulosa y papel para producir \$1 de producción. Esto principalmente porque el sector celulosa demanda insumos directamente del sector silvícola para abastecer su cadena productiva. El sector bebidas y tabaco demanda \$0,198 del sector celulosa y papel, insumos utilizados para la confección de etiquetas y embalajes de cartón.

5.2. Gasto fiscal

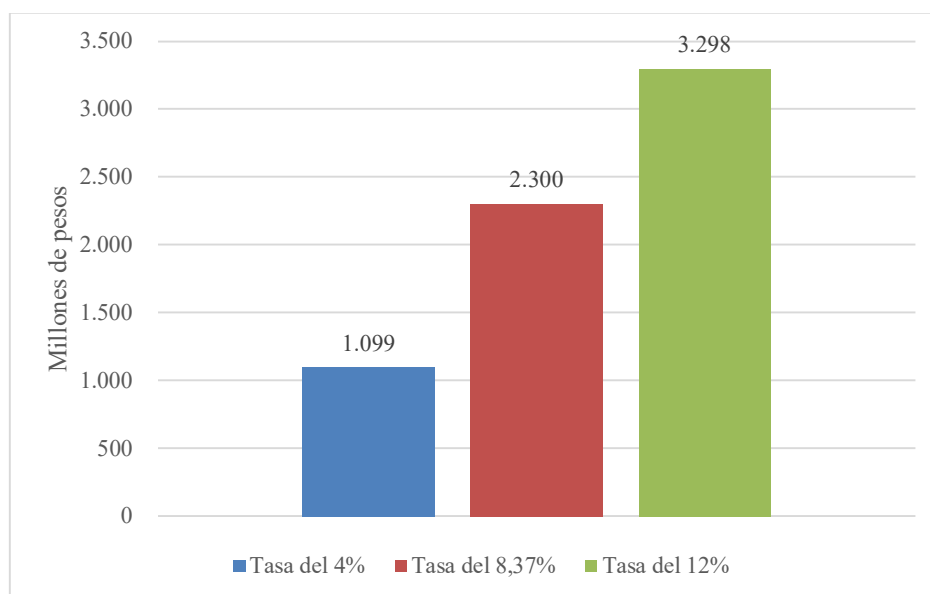
El gobierno de Chile a objeto de impulsar el desarrollo económico forestal, ha realizado bonificaciones a ciertas actividades productivas. Particularmente, mediante una bonificación directa y pagadera en dinero por los costos de plantación y manejo de éstas. No obstante, en Diciembre de 2012 expiró la vigencia de este sistema de incentivos.

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 dirija hacia los sectores que tengan el mayor efecto multiplicador.

Si actualmente se mantiene la tasa de subsidio determinada en el punto 4.3 del 8,37%, generaría un incremento en el gasto fiscal de \$2.300 millones, lo que equivale a un 0,03% del PIB regional para el año 2012. Esta información está resumida en el Gráfico 5-1.

El incremento en el gasto fiscal se simuló tomando como base la producción del sector silvícola correspondiente a \$27.480 millones por la tasa de subsidio del 8,37%.

Gráfico 5-1: Gasto fiscal para distintas tasas de subsidios al sector silvícola



Fuente: Elaboración propia

Como era de esperar, a medida que el incentivo al sector silvícola aumenta, mayor sería el gasto fiscal.

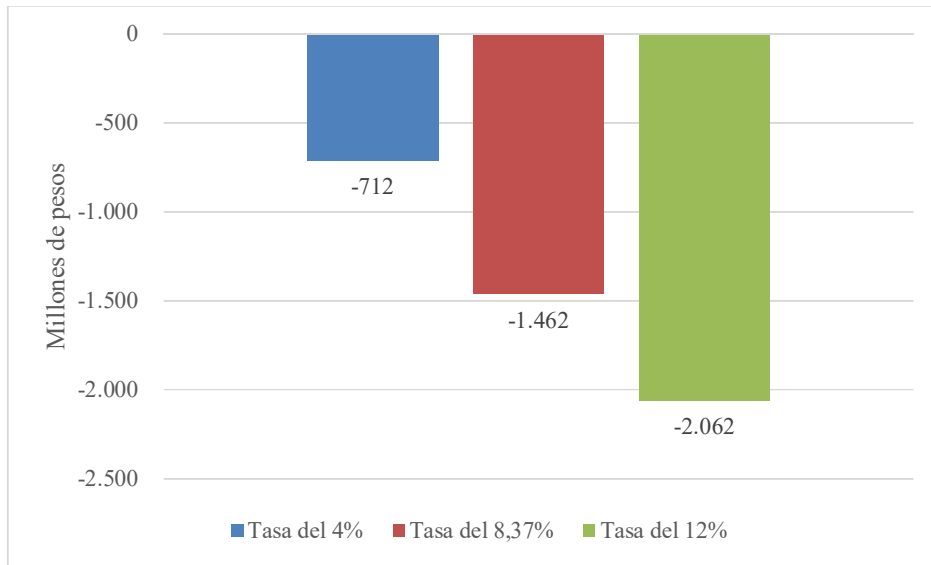
5.3. Disminución en el gasto de los consumidores

El subsidio tiene un impacto positivo en el gasto de los consumidores ya que al disminuir los precios es necesario desembolsar menos dinero para obtener la misma cantidad de producto.

Si se aplica una tasa de subsidio del 8,37%, la disminución del gasto sería de \$1.462 millones, lo que representa 0,06% del gasto de los consumidores para la región del Biobío. El bienestar se aproxima mediante la estimación del cambio en el gasto real. Como los precios decrecen, el bienestar se ve aumentado según se indica en el Gráfico 5-2.

La cuantificación de la disminución del gasto de los consumidores se simuló tomando como base la diferencia entre la suma del consumo agregado para todos los sectores cuyos precios originales son normalizados igual a 1 y la suma del consumo agregado donde los precios normalizados finales tienen el efecto de la aplicación de un subsidio del 8,37%.

Gráfico 5-2: Comportamiento del bienestar social para distintas tasas de subsidios



Fuente: Elaboración propia

Si el gobierno decide invertir \$2.300 millones en subsidios para el sector silvícola, los consumidores se beneficiarían en un 64% respecto del gasto fiscal.

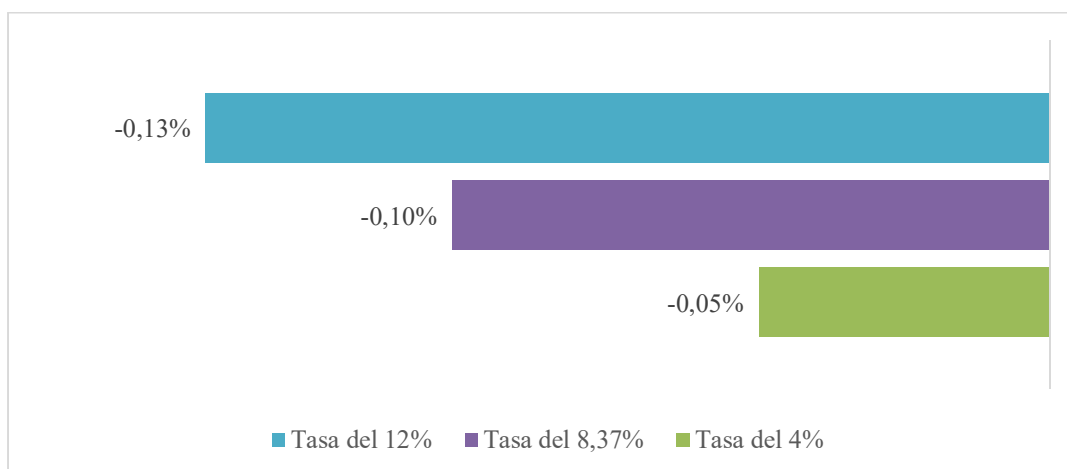
5.4. Variación en el IPC

El siguiente análisis muestra cómo cambia el IPC (Índice de Precios al Consumidor) ante la aplicación de un subsidio en el sector silvícola.

Por ejemplo un incentivo del 8,37% en el sector silvícola provocaría una disminución en el Índice de Precios al Consumidor de un 0,1%. El Gráfico 5-3 muestra las variaciones del índice ante distintas tasas de subsidios en el sector.

La disminución del IPC del 0,1% se obtuvo al calcular la suma de las variaciones en los precios de todos los sectores a partir de los precios con y sin subsidio del 8,37% ponderados por su respectiva participación en el consumo.

Gráfico 5-3: Variación del Índice de Precios al Consumidor para distintas tasas de subsidios en el sector silvícola



Fuente: Elaboración propia

En general el impacto que se produce en el IPC es acotado ya que presenta valores inferiores a 0,05% en cada uno de los escenarios.

5.5. Aumento en las emisiones de CO₂ y CO_{2e}

El aumento en las emisiones de CO₂ y CO_{2e} se explica porque el subsidio al sector silvícola provoca una disminución en los precios, lo que genera un aumento en los niveles de producción. La Tabla 5-2 muestra el detalle de las emisiones para distintas tasas de subsidios.

Una tasa de subsidio del 8,37% en el sector silvícola, genera un aumento de 86,22 toneladas de CO₂ y una captura de 92.381,83 toneladas de CO_{2e} en este sector. El efecto en las emisiones se obtiene de forma indirecta, dado que el gobierno estimula las plantaciones forestales mediante bonificaciones en este sector. Al mismo tiempo sectores relacionados con el silvícola también presentan variación en sus emisiones de CO₂ y CO_{2e}, por ejemplo madera y muebles (32,04 y 32,15 toneladas, respectivamente), agropecuario (38,96 y 6.365,21 toneladas, respectivamente) y celulosa y papel (124,78 y 125,07 toneladas, respectivamente).

Tabla 5-2: 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} (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, y otros n.c.p.		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

5.6. Discusión económica de los resultados

El gasto fiscal de aplicar un subsidio en el sector silvícola, tiene impactos directos en la estructura de costos de las empresas del sector. Esto implicaría que, los rollizos aserrables saldrían al mercado a un menor costo de producción reflejados finalmente en sus precios de venta. También otros sectores se verían beneficiados al demandar insumos a un precio más bajo, tales como el sector madera, agrícola y celulosa que son demandantes directos del sector silvícola por cuanto los rollizos son la materia prima para abastecer sus cadenas productivas.

El impacto que generaría aplicar un subsidio del 8,37% en la producción regional del sector silvícola, se traduce en un aumento de la producción del 13.3%, al mismo tiempo que sectores como madera (0,95%), agrícola (0,54%), celulosa (0,42%) e imprenta (0,14%) también presentarían aumentos dado que la explotación de bosques produce materia prima que luego es procesada para agregar valor en estos sectores.

La producción silvícola continúa siendo fundamental en la actividad económica de la región del Biobío. El sector representó el 1,93% del PIB de la región en 2012. Se estima que el producto silvícola agregado sobrepasó los \$150.791 millones, impulsado fundamentalmente por incrementos en productividad y expansión de las plantaciones forestales. Es por ello, que si se renueva la tasa de subsidio del 8,37% generaría impactos directos en la producción regional del sector silvícola de \$3.654 millones, seguido por el sector agropecuario (\$1.131 millones), construcción (\$1.061 millones), madera y muebles (\$804 millones) y celulosa (\$645 millones). Esto se explica porque estos sectores demandan insumos directos del sector silvícola para abastecer su cadena productiva.

La mayor disminución del gasto de los consumidores se refleja en el sector silvícola con \$311 millones, seguido del sector alimentos (\$287 millones), agropecuario (\$224 millones), bebidas y tabaco (\$180 millones), muebles (\$147 millones). Por otra parte, el sector presenta un alto consumo de bienes sectoriales, por ejemplo el sector de celulosa y papel demanda productos de la extracción de la madera. A su vez, los sectores nacionales no relacionados con el rubro forestal que más demandan productos de este sector son agricultura e imprenta y editoriales. Por

otra parte, el sector forestal demanda servicios a través de externalización de actividades y transporte de carga.

Además, el subsidio provocaría una disminución en el Índice de Precios al Consumidor de un 0,10% indicador necesario para mantener controlados los niveles de inflación a nivel regional. El efecto en las emisiones se obtiene de forma indirecta, generando un aumento de 86,22 toneladas de CO₂ y una captura de 92.381,83 toneladas de CO₂e. Al mismo tiempo sectores relacionados con el silvícola también presentan variación en sus emisiones de CO₂ y CO₂e, por ejemplo madera y muebles (15,54 y 15,59 toneladas, respectivamente), agropecuario (18,93 y 3.092,83 toneladas, respectivamente) y celulosa y papel (60,67 y 60,81 toneladas, respectivamente).



CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

En este trabajo se implementó el modelo de precios de Leontief para investigar el impacto potencial que tiene la aplicación de un subsidio en el sector silvícola y su relación con otros sectores. Así como también, el impacto económico en los precios de producción, el bienestar privado, gasto fiscal y su efecto sobre el medioambiente. Se hicieron simulaciones simétricas para tres tasas de subsidios, pero para efectos de descripción de datos se consideró la tasa de subsidio calculada del 8,37%.

Es importante destacar que el modelo de precios de Leontief presenta algunas limitaciones. Es un modelo que no permite analizar la cadena de valor inter-sectorial, los bienes de capital son considerados como componentes de la demanda final y las variables endógenas (valor agregado, empleo, etcétera) se determinan como una proporción fija del valor bruto de la producción. Tampoco incorpora funciones de comportamiento de los agentes institucionales, ni mecanismos de incentivos o interacciones de mercado vía precios. Esto significa que el modelo, si bien da cuenta de la estructura intersectorial de la malla productiva, resulta ser una representación simple para analizar el comportamiento dinámico de la economía como un todo, por lo tanto, todos los efectos relacionados con la aplicación de un subsidio son impactos a corto plazo.

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. Si el gobierno decide eliminar la tasa de subsidio del 8,37% en el sector silvícola, el incremento más alto en los precios de producción se da en el mismo sector (11,74%), seguido del sector madera y muebles (0,94%), agropecuario (0,541%) y celulosa y papel (0,42%). Esto se explica porque estos sectores demandan insumos directos del sector silvícola para abastecer su cadena productiva.

Otros sectores también se verían afectados al eliminar el subsidio, tal es el caso del sector imprenta y editoriales. Esto principalmente porque el sector celulosa demanda insumos directamente del sector silvícola para abastecer su cadena productiva. El sector bebidas y tabaco demandaría menos del sector celulosa y papel, insumos necesarios para la confección de etiquetas y embalajes de cartón para los productos que fabrica.

Si el gobierno decide invertir \$2.300 millones en subsidios para el sector silvícola, los consumidores se beneficiarían solo en un 64% respecto del gasto fiscal, presentando 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, al estimular el gobierno las plantaciones forestales mediante incentivos en este sector, generaría un aumento de 86,22 toneladas de CO₂ y una captura de 92.381,83 toneladas de CO₂e.

Finalmente, este estudio contribuye a la evaluación de políticas de subsidios en una región con una fuerte dependencia del sector forestal. Si se optara por mantener la política de incentivos cuyo objetivo sea netamente el crecimiento económico regional, es decir, que incremente la producción en el sector silvícola al mismo tiempo que otros sectores también se beneficien, entonces el subsidio se debe aplicar en este sector. Sin embargo, los resultados muestran que si se aplica un subsidio del 8,37% haría que la producción en el sector silvícola aumentara en un 13,3%, mientras que sectores como madera y muebles (0,95%), agropecuario (0,54%) y celulosa (0,42%), presentan variaciones más pequeñas respecto a sus niveles de producción. Por lo que la contribución del subsidio al total de la producción sería un 0,11% del PIB regional, a partir de un gasto fiscal inicial de un 0,03% del PIB regional.

6. REFERENCIAS

- Bonfiglio, A. (2009). On the parameterization of techniques for representing regional economic structures. *Economic Systems Research*, 21(2), 115-127.
- Chen, J., & J.L. Innes (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.
- Chen, W., D. Xu, & J. Liu (2015). The forest resources input–output model: An application in China. *Ecological Indicators* 51, 87-97.
- Choi, J.K., B.R. Bakshi, K. Hubacek, & J. Nader (2016). A sequential input–output framework to analyze the economic and environmental implications of energy policies: Gas taxes and fuel subsidies. *Applied Energy*, In Press, Corrected Proof, Available online 11 May 2016.
- Cui, L., P. Peng, & L. Zhu (2015). Embodied energy, export policy adjustment and China's sustainable development: A multi-regional input-output analysis. *Energy* 82, 15:457-467.
- Clark, H. B. (1964). *Economía Interindustrial Insumo Producto y programación lineal*. Mexico DF: FCE.
- Da Conceição, H.R., J. Börner, & S. Wunder (2015). Why were upscaled incentive programs for forest conservation adopted? Comparing policy choices in Brazil, Ecuador, and Peru. *Ecosystem Services* 16, 243-252.
- Dhubháin, Á.N., M.C. Fléchar, R. Moloney, & D. O'Connor (2009). Assessing the value of forestry to the Irish economy—an input–output approach. *Forest Policy and Economics* 11, 50-55.
- Flegg, A., C. Webber, & M. Elliott, (1995). On the appropriate use of location quotients in generating regional input-output tables. *Regional Studies* 29, 547-561.
- Fuentes, N. A., & Brugués, A. (2001). Modelos de insumo-producto regionales y procedimientos de regionalización. *Comercio exterior*, 51(3), 181-188.
- Ghebremichael, A., & K. Potter-Witter (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, 85-94.
- Hagadone, T.A., & R.K. Grala (2012). Business clusters in Mississippi's forest products industry. *Forest Policy and Economics* 20, 16-24.
- Hernández, G. (2012). *Matrices insumo-producto y análisis de multiplicadores: una aplicación*

para Colombia. *Revista de Economía Institucional* 14 (26), 203-221

Jiang, Z., & J. Tan (2013). How the removal of energy subsidy affects general price in China: a study based on input–output model. *Energy Policy* 63, 599-606.

Llop, M., & L. Pié (2008). Input–output analysis of alternative policies implemented on the energy activities: an application for Catalonia. *Energy Policy*, 36, 1642-1648.

Mardones, C. & A. Gallardo (2012). Forest industry contribution to economic development of the Biobío region, Chile. *Madera y Bosques* 18(2), 2012:27-50.

Morrissey, K. (2014). Producing regional production multipliers for Irish marine sector policy: A location quotient approach. *Ocean y Coastal Management* 91, 58-64.

Petty, A., & K. Kärhä (2011). Effects of subsidies on the profitability of energy wood production of wood chips from early thinnings in Finland. *Forest Policy and Economics* 13, 575-581.

Prokofieva, I., & E. Gorriz (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.

Romero, C.A. & L.J. Mastronardi (2012). Estimación de matrices de insumo producto regionales mediante métodos indirectos. Una aplicación para la ciudad de Buenos Aires. Munich Personal RePEc Archive, N° 37006. University Library of Munich.

Romero, C.A. & L.J. Mastronardi (2014). Producing regional production multipliers for Irish marine sector policy: A location quotient approach. *Ocean y Coastal Management* 91, 58-64.

Ruseva, T.B., T.P. Evans, & B.C. Fischer (2015) *Journal of Environmental Management* 155, 162-170.

Sharify, N. (2013). Input–output modelling of the effect of implicit subsidies on general prices. *Economic Modelling* 33, 913-917.

Shigematsu, A., & N. Sato (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.

Singh, M.P., P.P. Bhojvaid, W. de Jong, J. Ashraf, & S.R. Reddy, (2015). Forest transition and socio-economic development in India and their implications for forest transition theory. *Forest Policy and Economics*, In Press, Corrected Proof, Available online 11 November 2015.

Stoeckl, 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.

Schuschny, A. R. (2005). Tópicos sobre el modelo Insumo Producto: -ONU. Teoría y aplicaciones. CEPAL.

Thomsona, K.J., & D. Psaltopoulos (2005). Economy-wide effects of forestry development scenarios in rural Scotland. *Forest Policy and Economics* 7(4), 515-525.

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.

Yazan, D.M., V.A Romano, & V. Albino (2016). The design of industrial symbiosis: an input-output approach. *Journal of Cleaner Production* 129, 537-547.



ANEXOS

ANEXO A: Agregación de actividades a sectores económicos

Tabla A-1: Agregación de 111 actividades económicas en 21 sectores

Agrupación		Actividad original
1	Agropecuario	Cultivos anuales (cereales y otros) y forrajeras
		Cultivo de hortalizas y productos de viveros
		Cultivo de uva
		Cultivo de otras frutas
		Cría de ganado bovino
		Cría de cerdos
		Cría de aves de corral
		Cría de otros animales
		Actividades de apoyo a la agricultura y ganadería
2	Silvicultura y extracción de madera	Silvicultura y extracción de madera
3	Pesca	Acuicultura
		Pesca extractiva
4	Minería	Extracción de carbón
		Extracción de petróleo y gas natural
		Minería del cobre
		Minería del hierro
		Minería de otros metalíferos no ferrosos
		Explotación de otras minas y canteras
5	Alimenticia	Elaboración y conservación de carne
		Elaboración de harina y aceite de pescado
		Elaboración y conservación de pescados y mariscos
		Elaboración y conservación de vegetales
		Elaboración de aceites
		Elaboración de productos lácteos
		Elaboración de productos de molinería
		Elaboración de alimentos para animales
		Elaboración de productos de panadería
		Elaboración de fideos y pastas
Elaboración de otros productos alimenticios		
6	Bebidas y tabaco	Elaboración de piscos y licores
		Elaboración de vinos
		Elaboración de cervezas
		Elaboración de bebidas no alcohólicas
		Elaboración de productos de tabaco
7	Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	Fabricación de productos textiles
		Fabricación de prendas de vestir
		Elaboración de cuero y sus productos
		Fabricación de calzado

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-2: Continuación agregación de 111 actividades económicas en 21 sectores

	Agrupación	Actividad original
8	Maderas y muebles	Aserrado y acepilladura de maderas Fabricación de productos de madera Fabricación de muebles
9	Celulosa y Papel	Fabricación de celulosa Fabricación de envases de papel y cartón Fabricación de otros artículos de papel y cartón
10	Imprentas y editoriales	Imprentas y editoriales
11	Elaboración de combustibles	Elaboración de combustibles
12	Química, caucho y plástico	Fabricación de sustancias químicas básicas Fabricación de pinturas y barnices Fabricación de productos farmacéuticos Fabricación de productos de aseo y cosméticos Fabricación de otros productos químicos Fabricación de productos de caucho Fabricación de productos de plástico
13	Fabricación de productos minerales no metálicos	Fabricación de vidrio y productos de vidrio Fabricación de cemento, cal y yeso Fabricación de hormigón y otros productos minerales no metálicos Industrias básicas de hierro y acero Industrias básicas de metales no ferrosos
14	Productos metálicos, maquinaria y equipos, y otros n.c.p.	Fabricación de productos metálicos Fabricación de maquinaria y equipo de uso industrial y doméstico Fabricación de maquinaria y equipo eléctrico y electrónico Fabricación de equipo de transporte Reciclamiento de desperdicios y desechos Otras industrias manufactureras
15	Electricidad, Gas y Agua	Generación de electricidad Transmisión de electricidad Distribución de electricidad Suministro de gas y vapor Suministro de agua
16	Construcción	Construcción de edificios residenciales Construcción de edificios no residenciales Construcción de obras de ingeniería civil Actividades especializadas de construcción
17	Comercio, Restaurantes y hoteles	Comercio automotriz Comercio mayorista Comercio minorista Reparación de enseres domésticos Hoteles Restaurantes

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-3: Continuación agregación de 111 actividades económicas en 21 sectores

	Agrupación	Actividad original
18	Transporte y Telecomunicaciones	Transporte ferroviario Otros transportes terrestres de pasajeros Transporte de carga por carretera Transporte por tuberías (gasoductos y oleoductos) Transporte marítimo Transporte aéreo Otras actividades de transporte complementarias Actividades de almacenamiento, depósito y agencias de transporte Correo y servicios de mensajería Telefonía móvil Telefonía fija y larga distancia Otras actividades de telecomunicaciones
19	Ss. Financieros y Empresariales	Intermediación financiera Actividades de seguros y reaseguros Auxiliares financieros Actividades inmobiliarias
20	Servicios Personales	Actividades de alquiler de maquinaria y equipo Actividades de arquitectura, ingeniería y científicas Actividades de servicios informáticos Actividades de servicios jurídicos, contables e investigación y desarrollo Publicidad e investigación de mercado Otras actividades de servicios a empresas Servicios de vivienda Salud privada Actividades de servicios sociales y asociaciones Gestión de desechos Educación privada Actividades de esparcimiento Otras actividades de servicios
21	Administración Pública	Administración pública Educación pública Salud pública

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO B: Desagregación del PIB regional

Tabla B-1: PIB región del Biobío año 2012

N°	Sector industrial	PIB regional
1	Agropecuario-Silvícola	436.984
2	Pesca	67.158
3	Minería	4.784
4	Industria manufacturera	1.856.595
5	Electricidad, Gas y Agua	1.061.752
6	Construcción	679.100
7	Comercio, Restaurantes y hoteles	661.897
8	Transporte y Telecomunicaciones	574.221
9	Servicios de vivienda	612.248
10	Ss. Financieros y Empresariales	388.444
11	Servicios Personales	1.056.715
12	Administración Pública	438.948

Fuente: Banco Central de Chile

Tabla B-2: Producción nacional y regional desagregada por sector económico

N°	Sector industrial	PIB nacional	PIB regional desagregado
1	Agropecuario	2.512.028	287.184
2	Silvicultura y extracción de madera	818.379	150.791
3	Pesca	459.713	67.158
4	Minería	33.005.075	4.784
5	Alimenticia	3.282.881	340.386
6	Bebidas y tabaco	2.080.560	37.408
7	Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	355.716	40.096
8	Maderas y muebles	577.433	274.525
9	Celulosa y Papel	1.010.530	382.493
10	Imprenta	318.754	22.565
11	Elaboración de combustibles	937.511	21.644
12	Química, caucho y plástico	2.076.538	86.012
13	Fabricación de productos minerales no metálicos	785.522	71.426
14	Productos metálicos, maquinaria y equipos, y otros n.c.p.	2.514.851	538.685
15	Electricidad, Gas y Agua	3.180.881	1.061.752
16	Construcción	9.598.611	679.100
17	Comercio, Restaurantes y hoteles	12.739.895	661.897
18	Transporte y Telecomunicaciones	7.803.365	574.221
19	Ss. Financieros y Empresariales	30.502.188	1.000.692
20	Servicios Personales	14.293.316	1.056.715
21	Administración Pública	5.617.380	438.948

Fuente: En base a datos del Banco Central y Encuesta CASEN

ANEXO C: Coeficientes utilizados para regionalizar la matriz productiva de la región del Biobío

Tabla C-1: Coeficientes *FLQ* ajustado

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	Química, caucho y plástico	Fabricación de productos minerales no metálicos	Productos metálicos, maquinaria y equipos, y 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	0,929	0,292	0,369	3,715	0,519	2,995	0,478	0,113	0,142	0,761	2,333	1,300	0,592	0,251	0,161	0,761	1,037	0,732	1,642	0,728	0,689
Silvicultura y extracción de madera	0,759	1,497	0,594	5,988	0,837	4,827	0,770	0,183	0,229	1,226	3,759	2,095	0,955	0,405	0,260	1,227	1,671	1,180	2,646	1,174	1,111
Pesca	0,602	0,373	1,187	4,747	0,664	3,827	0,611	0,145	0,182	0,972	2,981	1,661	0,757	0,321	0,206	0,973	1,325	0,935	2,098	0,931	0,881
Minería	0,060	0,037	0,047	0,001	0,066	0,380	0,061	0,014	0,018	0,096	0,296	0,165	0,075	0,032	0,020	0,097	0,131	0,093	0,208	0,092	0,087
Industria Alimentaria	0,427	0,265	0,334	3,369	0,842	2,716	0,433	0,103	0,129	0,690	2,116	1,179	0,537	0,228	0,146	0,690	0,940	0,664	1,489	0,661	0,625
Bebidas y tabaco	0,074	0,046	0,058	0,584	0,082	0,146	0,075	0,018	0,022	0,120	0,367	0,204	0,093	0,040	0,025	0,120	0,163	0,115	0,258	0,115	0,108
Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	0,464	0,288	0,363	3,663	0,512	2,953	0,916	0,112	0,140	0,750	2,300	1,282	0,584	0,248	0,159	0,750	1,022	0,722	1,618	0,718	0,680
Maderas y muebles	1,959	1,215	1,533	15,450	2,160	12,456	1,987	3,862	0,592	3,164	9,700	5,407	2,463	1,046	0,671	3,165	4,311	3,043	6,826	3,029	2,866
Celulosa y Papel	1,560	0,968	1,221	12,300	1,720	9,917	1,582	0,375	3,074	2,519	7,723	4,305	1,961	0,832	0,534	2,520	3,432	2,423	5,435	2,412	2,282
Imprentas y editoriales	0,292	0,181	0,228	2,300	0,322	1,855	0,296	0,070	0,088	0,575	1,444	0,805	0,367	0,156	0,100	0,471	0,642	0,453	1,016	0,451	0,427
Elaboración de combustibles	0,095	0,059	0,074	0,750	0,105	0,605	0,096	0,023	0,029	0,154	0,188	0,263	0,120	0,051	0,033	0,154	0,209	0,148	0,331	0,147	0,139
Química, caucho y plástico	0,171	0,106	0,134	1,346	0,188	1,085	0,173	0,041	0,052	0,276	0,845	0,336	0,215	0,091	0,058	0,276	0,376	0,265	0,595	0,264	0,250
Fabricación de productos minerales no metálicos	0,375	0,232	0,293	2,955	0,413	2,382	0,380	0,090	0,113	0,605	1,855	1,034	0,739	0,200	0,128	0,605	0,824	0,582	1,306	0,579	0,548
Productos metálicos, maquinaria y equipos, y otros n.c.p.	0,883	0,548	0,691	6,961	0,973	5,612	0,895	0,212	0,267	1,425	4,370	2,436	1,110	1,740	0,302	1,426	1,942	1,371	3,076	1,365	1,291
Electricidad, Gas y Agua	1,375	0,853	1,076	10,847	1,516	8,745	1,395	0,331	0,415	2,221	6,811	3,796	1,729	0,734	2,711	2,222	3,026	2,137	4,793	2,127	2,012
Construcción	0,292	0,181	0,228	2,299	0,321	1,854	0,296	0,070	0,088	0,471	1,444	0,805	0,367	0,156	0,100	0,575	0,641	0,453	1,016	0,451	0,427
Comercio, Restaurantes y hoteles	0,214	0,133	0,168	1,688	0,236	1,361	0,217	0,051	0,065	0,346	1,060	0,591	0,269	0,114	0,073	0,346	0,422	0,333	0,746	0,331	0,313
Transporte y Telecomunicaciones	0,303	0,188	0,237	2,391	0,334	1,928	0,308	0,073	0,092	0,490	1,501	0,837	0,381	0,162	0,104	0,490	0,667	0,598	1,057	0,469	0,444
Ss. Financieros y Empresariales	0,135	0,084	0,106	1,066	0,149	0,860	0,137	0,033	0,041	0,218	0,669	0,373	0,170	0,072	0,046	0,218	0,297	0,210	0,266	0,209	0,198
Servicios Personales	0,305	0,189	0,238	2,402	0,336	1,937	0,309	0,073	0,092	0,492	1,508	0,841	0,383	0,163	0,104	0,492	0,670	0,473	1,062	0,601	0,446
Administración Pública	0,322	0,200	0,252	2,539	0,355	2,047	0,327	0,077	0,097	0,520	1,594	0,889	0,405	0,172	0,110	0,520	0,708	0,500	1,122	0,498	0,635

Fuente: Elaboración propia

Tabla C-2: Coeficientes nacionales

Sector	Coeficientes nacionales																				
	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	Química, caucho y plástico	Fabricación de productos minerales no metálicos	Productos metálicos, maquinaria y equipos, y 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	0,091	0,150	0,000	0,000	0,218	0,068	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	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	0,037	0,207	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,175	0,068	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pesca	0,000	0,000	0,122	0,000	0,162	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Minería	0,012	0,004	0,001	0,104	0,003	0,002	0,008	0,007	0,008	0,003	0,020	0,068	0,210	0,013	0,002	0,010	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001
Industria Alimentaria	0,097	0,000	0,346	0,001	0,095	0,012	0,011	0,001	0,001	0,001	0,000	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,028	0,000	0,000	0,001	0,003
Bebidas y tabaco	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,102	0,001	0,002	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,007	0,001	0,000	0,000	0,000
Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	0,001	0,001	0,003	0,000	0,001	0,000	0,084	0,003	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002
Maderas y muebles	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006	0,005	0,139	0,015	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,003	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Celulosa y Papel	0,002	0,000	0,001	0,003	0,012	0,020	0,012	0,004	0,068	0,155	0,001	0,011	0,005	0,004	0,019	0,001	0,008	0,001	0,003	0,003	0,002
Imprentas y editoriales	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,012	0,003	0,002	0,002	0,078	0,000	0,006	0,001	0,001	0,000	0,001	0,011	0,002	0,008	0,006	0,004
Elaboración de combustibles	0,028	0,013	0,047	0,010	0,008	0,004	0,008	0,003	0,019	0,004	0,014	0,024	0,016	0,007	0,057	0,012	0,007	0,044	0,000	0,005	0,004
Química, caucho y plástico	0,025	0,010	0,022	0,016	0,017	0,025	0,025	0,020	0,025	0,022	0,001	0,061	0,014	0,015	0,001	0,026	0,012	0,003	0,001	0,008	0,013
Fabricación de productos minerales no metálicos	0,005	0,002	0,002	0,003	0,003	0,039	0,004	0,013	0,005	0,003	0,000	0,009	0,096	0,115	0,000	0,114	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001
Productos metálicos, maquinaria y equipos, y otros n.c.p.	0,004	0,011	0,015	0,025	0,005	0,009	0,013	0,009	0,019	0,007	0,000	0,009	0,012	0,019	0,009	0,054	0,010	0,011	0,004	0,006	0,005
Electricidad, Gas y Agua	0,015	0,006	0,006	0,057	0,016	0,012	0,022	0,039	0,095	0,018	0,015	0,036	0,024	0,021	0,394	0,005	0,020	0,010	0,012	0,012	0,025
Construcción	0,002	0,000	0,003	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,003	0,008	0,001	0,008	0,006	0,008	0,038	0,020
Comercio, Restaurantes y hoteles	0,067	0,027	0,056	0,027	0,031	0,030	0,105	0,034	0,039	0,040	0,010	0,049	0,073	0,057	0,016	0,069	0,065	0,053	0,013	0,028	0,024
Transporte y Telecomunicaciones	0,024	0,001	0,040	0,023	0,030	0,077	0,027	0,089	0,062	0,030	0,018	0,034	0,029	0,025	0,020	0,015	0,108	0,157	0,020	0,023	0,024
Ss. Financieros y Empresariales	0,031	0,008	0,028	0,005	0,014	0,022	0,047	0,024	0,012	0,025	0,006	0,015	0,012	0,022	0,009	0,036	0,087	0,027	0,086	0,060	0,013
Servicios Personales	0,014	0,006	0,030	0,057	0,042	0,118	0,089	0,091	0,062	0,121	0,026	0,068	0,042	0,097	0,018	0,056	0,112	0,071	0,105	0,096	0,047
Administración Pública	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,003	0,003	0,001	0,001	0,002

Fuente: Elaboración propia

ANEXO D: Bonificaciones forestales al sector silvícola

Tabla D1: Bonificaciones forestales D.L. 701/74 para la región del Biobío (US%/Ha)

Año	Forestación	Administración	Poda	Poda y Raleo	Raleo	Estabilización de dunas	Forestación restante 15%	Suelos y Reforestación	Cortina y Cortavientos
1976	50,1	0,0	-	-	-	-	-	-	-
1977	97,9	0,0	-	-	-	-	-	-	-
1978	127,2	4,5	-	-	-	-	-	-	-
1979	137,1	5,4	-	-	-	-	-	-	-
1980	152,3	6,1	-	-	-	-	-	-	-
1981	177,7	7,5	-	-	-	-	-	-	-
1982	144,4	6,7	-	-	-	-	-	-	-
1983	111,1	4,7	33,7	-	-	225,3	-	-	-
1984	86,2	4,5	30,8	-	-	213,7	-	-	-
1985	87,9	4,2	28,7	-	-	190,9	-	-	-
1986	107,5	4,5	30,1	-	-	183,3	-	-	-
1987	95,4	3,7	26,2	-	-	162,7	-	-	-
1988	94,4	3,8	24,3	-	-	157,1	-	-	-
1989	91,4	3,9	26,0	-	-	169,2	-	-	-
1990	109,4	4,2	26,3	-	-	184,0	-	-	-
1991	112,1	4,6	30,4	-	-	192,8	-	-	-
1992	143,5	5,0	32,3	-	-	223,4	-	-	-
1993	160,2	2,9	32,3	-	-	219,0	-	-	-
1994	182,6	2,7	34,1	-	-	243,6	-	-	-
1995	229,0	3,1	40,8	-	-	285,9	-	-	-
1996	226,2	3,4	44,7	-	-	318,1	-	-	-
1997	213,9	3,4	46,6	-	-	316,1	-	-	-
1998	361,5	5,6	-	-	-	-	-	-	-
1999	320,5	0,0	42,9	-	-	283,7	-	-	-
2000	272,3	0,0	-	-	-	-	90,1	-	-
2001	324,8	0,0	-	-	-	-	85,8	636,9	-
2002	375,7	0,0	95,2	-	-	-	67,8	684,7	-
2003	425,4	0,0	81,1	-	-	518,9	73,4	814,2	-
2004	501,8	0,0	92,4	471,1	71,1	-	108,7	867,2	-
2005	627,9	0,0	94,4	183,9	56,3	-	131,0	1.023,6	-
2006	663,7	0,0	97,6	512,3	73,6	-	151,5	1.097,0	-
2007	628,8	0,0	92,7	1.021,9	47,1	676,0	157,9	1.148,6	-
2008	623,5	0,0	100,7	1.893,3	61,1	1.299,1	177,0	1.100,6	-
2009	545,7	0,0	151,3	449,5	116,3	921,5	152,7	934,6	-
2010	592,3	0,0	187,8	535,1	189,0	-	163,9	1.036,5	-
2011	680,9	0,0	201,2	183,5	198,5	-	177,5	1.116,0	-
2012	811,3	0,0	161,6	183,0	111,5	-	184,5	1.211,5	557,5

Fuente: Elaboración propia en base a cuadros de bonificaciones nacional (CONAF)