

Bernardo Alfonso Vasquez González

Análisis del funcionamiento de los
mercados de la madera aserrada:
convergencia y transmisión de
precios.

Director/es

Montañes Bernal, Antonio
Ben Kaabia, Monia

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>

© Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

**ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS
MERCADOS DE LA MADERA ASERRADA:
CONVERGENCIA Y TRANSMISIÓN DE PRECIOS.**

Autor

Bernardo Alfonso Vasquez González

Director/es

Montañes Bernal, Antonio
Ben Kaabia, Monia

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Escuela de Doctorado

2021



Universidad
Zaragoza

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS ECONÓMICO
DOCTORADO EN ECONOMÍA

Tesis Doctoral
ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS MERCADOS DE LA MADERA
ASERRADA: CONVERGENCIA Y TRANSMISIÓN DE PRECIOS

Doctorando
Bernardo Vásquez González

Directores
Prof. Dr. Antonio Montañés Bernal
Prof. Dra. Monia Ben-Kaabia Ben Kaabia

Zaragoza, Diciembre de 2020

AGRADECIMIENTOS

Ha pasado ya un largo tiempo hasta llegar a poder culminar esta importante etapa, periodo en el que he tenido que vivir experiencias muy fuertes que han marcado mi vida. En todo este espacio de tiempo han sido muchas las personas e instituciones que me han brindado su apoyo y a las cuales quiero expresar mis agradecimientos.

En primer lugar, agradecer a mi gran compañera de vida, Claudia, que siempre ha estado a mi lado, brindándome su apoyo incondicional y transmitiéndome su fuerza. A mis hijos, Ronald, Bernardo y Carla, por comprender que no les podía dar todo el tiempo que me habría gustado.

A mi padre y hermanos y en especial a mi madre, que no alcanzó a ver esta tarea concluida.

Asimismo, quiero agradecer profundamente a mis directores de tesis, Dr. Antonio Montañés Bernal y a la Dra. Monia Ben-Kaabia Ben-Kaabia, ya que sin sus conocimientos, dedicación, esfuerzo y empuje para que terminara, esta Tesis no habría visto la luz.

A la Universidad del Bío-Bío (Chile), que apoyó mi perfeccionamiento y favoreció mi desarrollo profesional. También extendiendo mis agradecimientos a la Universidad de Zaragoza(España), por proporcionarme la oportunidad de realizar este postgrado y vivir en España una experiencia inolvidable.

Y no puedo dejar de mencionar a mis amigos españoles y chilenos, que me han animado, brindándome su apoyo, consejos y muy buenos momentos.

La meta es importante, pero no lo es menos lo vivido en el camino para llegar a ella.

A todos y todas, gracias.

INDICE DE CONTENIDO

	RESUMEN.....	9
I.	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	12
II.	CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE LA MADERA ASERRADA: EL CASO DE CHILE.....	21
II.1	Introducción.....	21
II.2	Mercado mundial de la madera aserrada.....	21
	II.2.1 Productores de madera aserrada de coníferas.....	22
	II.2.2 Principales productores de madera aserrada.....	22
	II.2.3 Consumidores de madera aserrada de conífera.....	23
	II.2.4 Principales consumidores de madera.....	24
	II.2.5 Exportaciones de madera aserrada de conífera.....	25
	II.2.6 Principales exportadores.....	25
	II.2.7 Flujos comerciales: Principales países exportadores.....	26
	II.2.8 Importaciones de madera aserrada de conífera.....	30
	II.2.9 Principales importadores.....	31
	II.2.10 Flujos comerciales: Países importadores.....	31
II.3	EL mercado de la madera aserrada en Chile.....	34
	II.3.1 Producción y consumo interno de madera aserrada.....	36
	II.3.2 Exportaciones chilenas de madera aserrada de coníferas.....	38
	II.3.3 Análisis de la cadena de producción de madera.....	39
	II.3.4 Producción y destino de la madera de Pino Radiata.....	40
	II.3.5 Proceso productivo de la madera de Pino Radiata.....	40
	II.3.6 Mercado de la industria forestal.....	44
	II.3.7 Organización del mercado de la madera aserrada.....	45
	II.3.8 Características generales del mercado de la madera de Pinus Radiata.....	45
	II.3.9 Mercado interno de la madera.....	47
	II.3.10 Principales empresas de aserrío.....	48
	II.3.11 Principales empresas de aserrado y sus clientes.....	50
III.	CAPÍTULO III: CONVERGENCIA DEL MERCADO INTERNACIONAL DE LA MADERA ASERRADA.....	51
III.1	Introducción.....	51
III.2	Metodología.....	55
III.3	Análisis de convergencia en el mercado exportador de la madera aserrada de conífera.....	59
III.4	Análisis de causalidad entre los precios de los diferentes clubes de países.....	65

III.5	Factores determinantes de la pertenencia a los clubes.....	68
III.6	Conclusiones.....	72
IV.	CAPÍTULO 4: ASIMETRÍAS EN LA TRANSMISIÓN DE	
	PRECIOS EN EL MERCADO DE MADERA ASERRADA EN CHILE.....	73
IV.1	Introducción.....	73
IV.2	Enfoque metodológico.....	77
	IV.2.1 Descripción del enfoque metodológico.....	77
	IV.2.2 Modelo econométrico.....	87
	IV.2.3 Relaciones dinámicas a corto plazo.....	89
IV.3	Datos y propiedades estocásticas de las series.....	91
IV.4	Resultados.....	97
	IV.4.1 Especificación y estimación del modelo lineal.....	97
	IV.4.2 Contrastes de no linealidad.....	100
	IV.4.3 Estimación del modelo.....	104
	IV.4.4 Análisis de la dinámica a corto plazo.....	109
IV.5	Conclusiones.....	113
V.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	115
VI.	REFERENCIAS.....	121

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE LA MADERA ASERRADA: EL CASO DE CHILE

TABLA II-1: ÁREA DE BOSQUES Y CARACTERÍSTICAS.....	21
TABLA II-2: PRINCIPALES DESTINOS EXPORTACIONES DE CANADÁ, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	27
TABLA II-3: PRINCIPALES DESTINOS EXPORTACIONES DE FEDERACIÓN RUSA, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	27
TABLA II-4: PRINCIPALES DESTINOS EXPORTACIONES DE SUECIA, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	28
TABLA II-5: PRINCIPALES DESTINOS EXPORTACIONES DE FINLANDIA, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	28
TABLA II-6: PRINCIPALES DESTINOS EXPORTACIONES DE ALEMANIA, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	29
TABLA II-7: PRINCIPALES DESTINOS EXPORTACIONES DE AUSTRIA, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	30
TABLA II-8: ORIGEN PRINCIPAL DE LAS IMPORTACIONES DE ESTADOS UNIDOS, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILES US\$).....	32
TABLA II-9: ORIGEN PRINCIPAL DE LAS IMPORTACIONES DE CHINA, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	32
TABLA II-10: ORIGEN PRINCIPAL DE LAS IMPORTACIONES DE JAPÓN, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	33
TABLA II-11: ORIGEN PRINCIPAL DE LAS IMPORTACIONES DE REINO UNIDO, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	33
TABLA II-12: ORIGEN PRINCIPAL DE LAS IMPORTACIONES DE ALEMANIA, PERIODOS (1997 A 1999) – (2015 A 2017) (MILLONES US\$).....	34
TABLA II-13: PRODUCCIÓN, COMERCIO Y CONSUMO APARENTE DE MADERA ASERRADA (MILES DE M ³).....	37
TABLA II-14: PRINCIPALES PRODUCTOS POR ESLABÓN DE LA CADENA DE PRODUCCIÓN.....	39
TABLA II-15: HECTÁREAS PLANTADAS DE PINO RADIATA Y EUCALIPTUS POR EMPRESA 2016 (MILES HA).....	46
TABLA II-16: CONCENTRACIÓN DEL VOLUMEN DISPONIBLE DE PINO RADIATA, POR TAMAÑO EMPRESA, PROYECCIÓN AÑOS 2017-2040 (MILLONES DE M ³ SSC/AÑO).....	47
TABLA II-17: CONSUMO DE MADERA EN TROZAS POR MODALIDAD (MILES M ³ SSC).....	48
TABLA II-18: RANKING DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DE ASERRÍO 2017 (MILES M ³).....	50

TABLA II-19: PARTICIPACIÓN DE MERCADO DE ASERRADEROS ACTIVOS QUE CONSUMEN PINO RADIATA EN EL MERCADO DE LA MADERA, POR RANGO DE PRODUCCIÓN AÑO 2017.....	51
TABLA III-1: CONTRASTES DE CONVERGENCIA (VALORES ENTRE PARÉNTESIS T-RATIOS).....	60
TABLA III-2: CONTRASTES DE RAÍZ UNITARIA PARA LOS PRECIOS MEDIOS DE LOS CLUBES DE PAÍSES.....	66
TABLA III-3: CONTRASTES DE CAUSALIDAD ENTRE LOS PRECIOS MEDIOS DE LOS DIFERENTES CLUBES DE PAÍSES..	67
TABLA III-4: PRINCIPALES DETERMINANTES DE LA PERTENENCIA A UN CLUB.....	70
TABLA III-5: COVARIABLES SELECCIONADAS.....	71
TABLA III-6: RESULTADO SIMULACIONES.....	71
TABLA III-7: SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA DE LAS VARIABLES.....	72
TABLA IV-1. REGRESIONES AUXILIARES E HIPÓTESIS PARA LOS CONTRASTES DE LINEALIDAD.....	86
TABLA IV-2: SECUENCIAS DE CONTRASTES DE HIPÓTESIS PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE FUNCIÓN DE TRANSICIÓN	
$\Delta Z_t = \sum_{h=0}^4 \psi_h (X_t' s_{t-h}^d) + \xi_t$	
BASADOS EN LA REGRESIÓN AUXILIAR:	88
TABLA IV-3 RESULTADOS DE LOS CONTRASTES DE CARRION-I-SILVESTRE-KIM-PERRON (2009) DE RAÍCES UNITARIAS CON CAMBIOS ESTRUCTURALES MÚLTIPLES.....	93
TABLA IV-4 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL CONTRASTE MULTIVARIANTE DE JOHANSEN ET AL. (2000) PARA DETERMINAR EL RANGO DE COINTEGRACIÓN EN EL SISTEMA DE PRECIOS DE MADERA EN CHILE.....	97
TABLA IV-5: CONTRASTES DE SIGNIFICATIVIDAD SOBRE LOS PARÁMETROS DE LAS MATRICES α Y β EN EL SISTEMA DE PRECIOS DE MADERA ASERRADA.....	98
TABLA IV-6: IDENTIFICACIÓN EXACTA DE LAS RELACIONES DE COINTEGRACIÓN ^A	99
TABLA IV-7: IDENTIFICACIÓN DE LAS RELACIONES DE COINTEGRACIÓN EN LA CADENA DE MADERA ASERRADA EN CHILE.....	100
TABLA IV-8: CONJUNTO DE LAS VARIABLES TRANSICIÓN CONSIDERADAS EN CADA SUBSISTEMA DE PRECIOS....	101
TABLA IV-9: RESULTADOS DE LOS CONTRASTES DE LINEALIDAD (LMR) PARA CADA SUBSISTEMA DE PRECIOS..	103
TABLA IV-10: SELECCIÓN DE LA FUNCIÓN DE TRANSICIÓN EN EL SISTEMA DE PRECIOS: PTR-PAS.....	104
TABLA IV-11: ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN TRANSICIÓN LOGÍSTICA PARA LOS DIFERENTES SUBSISTEMAS DE PRECIOS.....	105
TABLA IV-12: CONTRASTES PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REGÍMENES EN LOS MODELOS TVECM.....	107
TABLA IV-13: PARÁMETROS A LARGO PLAZO EN LA ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS TVECM ASOCIADO A LOS TRES SUBSISTEMAS DE RECIOS DE LA CADENA DE MADERA ASERRADA EN CHILE.....	108

INDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE LA MADERA ASERRADA: EL CASO DE CHILE

GRÁFICO II-1: PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA EN EL MUNDO (MILLONES M ³).....	22
GRÁFICO II-2: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE MADERA ASERRADA (MILLONES M ³).....	23
GRÁFICO II-3: EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE MADERA ASERRADA EN EL MUNDO (MILLONES M ³).....	24
GRÁFICO II-4: PRINCIPALES CONSUMIDORES DE MADERA ASERRADA (MILLONES M ³).....	24
GRÁFICO II-5: EXPORTACIONES DE MADERA ASERRADA EN EL MUNDO (MILLONES US\$).....	25
GRÁFICO II-6: PRINCIPALES EXPORTADORES DE MADERA ASERRADA (MILLONES US\$).....	26
GRÁFICO II-7: IMPORTACIONES DE MADERA ASERRADA EN EL MUNDO (MILLONES US\$).....	30
GRÁFICO II-8: PRINCIPALES IMPORTADORES DE MADERA ASERRADA (MILLONES US\$).....	31
GRÁFICO II-9: DISTRIBUCIÓN DE BOSQUES EN CHILE (HECTÁREAS).....	34
GRÁFICO II-10: SUPERFICIE DE PLANTACIONES FORESTALES ACUMULADA A DICIEMBRE DE CADA AÑO (MILES HA)	36
GRÁFICO II-11: PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA POR ESPECIES (MILES DE M ³).....	37
GRÁFICO II-12: EXPORTACIONES CHILENAS DE MADERA ASERRADA (MILLONES US\$).....	38
GRÁFICO II-13: EVOLUCIÓN DEL VOLUMEN EXPORTADO DE MADERA ASERRADA DE PINO RADIATA POR PAÍS DE DESTINO (MILES DE M ³).....	39
GRÁFICO II-14: FLUJO PRODUCTOS DE MADERA DE PINO RADIATA, INDUSTRIA PRIMARIA, AÑO 2017.....	40
GRÁFICO II-15: PROCESO DE LA MADERA ASERRADA.....	43
GRÁFICO II-16: FLUJO PRODUCTIVO INDUSTRIA DEL ASERRÍO EN CHILE, 2017.....	45

CAPÍTULO III: CONVERGENCIA DEL MERCADO INTERNACIONAL DE LA MADERA ASERRADA

GRÁFICO III-1: EXPORTACIONES DE MADERA ASERRADA EN EL MUNDO (MILLONES DE DÓLARES CONSTANTE).....	52
GRÁFICO III-2: PRECIOS EXPORTACIONES (US\$) DEFLACTADOS, PRINCIPALES PAÍSES.....	53
GRÁFICO III-3: σ --CONVERGENCIA.....	59
GRÁFICO III-4: PRECIOS CLUB 1.....	61
GRÁFICO III-5: PRECIOS CLUB 2.....	61
GRÁFICO III-6: PRECIOS RUSIA.....	62
GRÁFICO III-7: EVOLUCIÓN DE LA VARIABLE DE TRANSICIÓN RELATIVA.....	63

GRÁFICO III-8: EVOLUCIÓN DE LAS SERIES PROMEDIO DE CADA UNO LOS CLUBES.....	64
GRÁFICO III-9: EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL ESTADÍSTICO DE PHILLIPS-SUL.....	65

CAPÍTULO 4: ASIMETRÍAS EN LA TRANSMISIÓN DE PRECIOS EN EL MERCADO DE MADERA ASERRADA EN CHILE

GRÁFICO IV-1 DESCRIPCIÓN DEL ENFOQUE METODOLÓGICO.....	83
GRÁFICO IV-2 EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS UTILIZADOS EN ESTE ESTUDIO (PESOS CHILENOS/M3).....	92
GRÁFICO IV-3: FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA EN EL SISTEMA FORMADO POR EL PRECIO DE LAS TROZAS Y EL PRECIO DE LA MADERA ASERRADA (PTR-PAS).....	111
GRÁFICO IV-4: FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA EN EL SISTEMA FORMADO POR EL PRECIO DE LA MADERA ASERRADA Y EL PRECIO DE LA MADERA DIMENSIONADA (PAS-PDI).....	112
GRÁFICO IV-5: FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA EN EL SISTEMA FORMADO POR EL PRECIO DE LA MADERA DIMENSIONADA Y EL PRECIO DE LA MADERA CEPILLADA (PDI-PCE).....	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE LA MADERA ASERRADA: EL CASO DE CHILE

ILUSTRACIÓN II.1: SUPERFICIE DE PLANTACIONES PINO RADIATA, ACUMULADA A DICIEMBRE DE 2016 (HA).....	35
ILUSTRACIÓN II.2: PRODUCTOS DEL PINO RADIATA.....	41

CAPÍTULO III: CONVERGENCIA DEL MERCADO INTERNACIONAL DE LA MADERA ASERRADA

ILUSTRACIÓN III.1: GRUPOS DE PAÍSES QUE CONVERGEN.....	62
--	----

RESUMEN

El objetivo de esta tesis de doctorado fue el estudio del mercado de la madera aserrada de coníferas en Chile y en el mercado internacional, para lo cual nos planteamos dos objetivos: 1) Analizar las relaciones existentes entre los precios internacionales del mercado de la madera aserrada, con el fin de determinar si en los últimos años existió convergencia de dichos precios que nos permita hablar de un precio de referencia a nivel internacional. 2) Caracterizar el proceso de transmisión de precios a lo largo de la cadena de valor de madera aserrada en Chile.

El primer objetivo se abordó a través de un análisis de convergencia para los precios de los 10 principales países exportadores de madera aserrada de conífera del mundo, abarcando datos anuales desde el año 1992 al 2018. El método utilizado fue el contraste de convergencia propuesto por Phillips y Sul (2007, 2009), contrastes de causalidad y análisis de factores que influyen en la pertenencia a un determinado clúster. El segundo objetivo abordó el análisis de la transmisión de precios a lo largo de la cadena de producción de la madera aserrada en Chile, (Troza→ Madera Aserrada→ Madera Dimensionada→ Madera Cepillada) mediante la especificación y estimación de un modelo de corrección del error con umbrales de transición suave (STVECM) y cálculo de las funciones impulso respuestas no lineales. En este caso se contó con los precios trimestrales para cuatro eslabones de la cadena comercial de la madera aserrada de Chile, desde el año 1984 hasta el año 2017.

Uno de los importantes resultados que se encontró fue que no hay convergencia en los precios de los principales países exportadores, por lo cual estamos frente a un mercado segmentado, formado por dos clústers, los cuales, de acuerdo al análisis de causalidad, muestran comportamientos diferentes. Además, está Rusia que no participa de ninguno de los dos clústers, sino que resultó ser divergente.

Otro resultado encontrado fue que el mercado de la madera aserrada en Chile está bastante integrado, identificándose tres relaciones de equilibrio de largo plazo, las cuales se daban en los eslabones consecutivos de la cadena, mostrando asimetrías especialmente en el primer eslabón de proceso comercial. El proceso de transmisión es vía coste y los incrementos de la materia prima (trozas) se transmiten de forma mucho más rápida que las disminuciones, provocando en el largo plazo un incremento del margen para dichos operadores.

Las dos conclusiones que podemos extraer de los dos objetivos planteados son que el sector de la madera aserrada en Chile mantiene una posición exportadora estable en un segmento liderado por Estados Unidos pero condicionado por el mercado de mayor demanda, que es China. Sin embargo, a pesar de esta sólida posición exportadora, la influencia del mercado exterior en la cadena de valor chilena de madera aserrada es muy limitado. Una segunda conclusión es que el elevado grado de concentración horizontal (sobre todo en el eslabón de la madera aserrada) y el grado de integración vertical determina que el proceso de formación y transmisión de precios a lo largo de la cadena esté más influenciado por la posición dominante de dos grandes empresas que generan asimetrías en los primeros eslabones de la cadena que, por otro lado, se amortiguan a medida que avanzamos en la cadena al aumentar la competitividad.

SUMMARY

The objective of this doctoral thesis was to study the market for sawn coniferous wood both in Chile and internationally. Two objectives were set up: 1) to analyze the existing relationships between international prices of the sawn wood market, with the purpose to determine if in recent years there has been a convergence in prices that allows us to refer to a reference price at an international level. 2) to characterize the price transmission process along the sawn timber value chain in Chile.

In order to meet the first objective a convergence analysis for the prices of the 10 main exporting countries in the world of coniferous lumber was conducted. Annual data from the period 1992 to 2018 was used. The analysis was carried out by using the following methods: convergence contrast methods as proposed by Phillips and Sul (2007, 2009), causality contrast method and analysis of factors influencing membership to a certain cluster. The second objective addressed the analysis of price transmission along the sawn wood production chain in Chile (Log → Sawn Wood → Dimensioned Wood → Planed Wood). This was dealt with by specifying and estimating an error correction model with smooth transition thresholds (STVECM) and calculating non-linear impulse response functions. In this case, the quarterly prices were available for four links in the commercial chain of sawn wood in Chile from the period 1984 to 2017.

One important outcome was that there is no convergence in the prices of the main exporting countries, which indicates that, according to the causality analysis, we are facing a segmented market formed by two clusters which show different behavior patterns. In addition, Russia does not participate in either of the two clusters, but turned out to be divergent. Another result was that the sawn wood market in Chile is quite integrated whereby three long-term equilibrium relationships can be identified. These (relationships) took place in the consecutive links of the chain, showing asymmetries especially in the first link of the commercial process. The transmission process involves a cost and the increases in the raw material (logs) are transmitted much faster than the decreases causing, in the long run, an increase in the margin for the operators.

Two conclusions can be drawn from the two proposed objectives. First, the sawn timber sector in Chile maintains a stable export position in a segment led by the United States but conditioned by the market with the highest demand such as China. However, despite this solid export position, the influence of the foreign market in the Chilean sawn timber value chain is very limited. Secondly, the high degree of horizontal concentration (especially in the lumber link) and the degree of vertical integration determine that the process of price formation and transmission along the chain is more influenced by the dominant position of two large companies that generate asymmetries in the initial links in the chain. These enterprises, on the other hand, get cushioned as we advance in the chain by increasing competitiveness.

I. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El sector forestal en Chile es muy relevante, representando el 2% del PIB nacional, concentrándose en la zona centro sur del país, en las regiones de Maule, Biobío, Ñuble, Araucanía y los Ríos. Sólo la región de Biobío concentra el 60% del PIB forestal chileno. Es un gran sector generador de empleo directo e indirecto, ya que da trabajo a 111.200 personas a nivel nacional a través de su cadena productiva. Este sector representa el 8.1% de las exportaciones del país, constituyéndose a partir de la década de los ochenta como uno de los sectores estratégicos del crecimiento económico nacional. En las últimas 4 décadas, la superficie de plantaciones forestales totales ha crecido más del 200% y de Pino Radiata, en particular, un 100%. Según el Instituto Forestal (INFOR) de Chile, la superficie acumulada de plantaciones forestales, en diciembre de 2018, ascendía a 2,3 millones ha; de las que un 55,8% están destinadas a Pino Radiata. Por otro lado, es importante destacar que la madera aserrada que se produce en Chile proviene casi en su totalidad del Pino Radiata, destinándose a consumo interno un 68% de ella y el 32% restante a exportación.

La producción de madera aserrada, también en los últimos 40 años, ha crecido en aproximadamente un 800% y las exportaciones en más de un 1000%. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), Chile ocupa el octavo lugar entre los países exportadores de madera aserrada, siendo actualmente China el principal destino de las mismas. Teniendo en cuenta el destino de la producción, el mercado de la madera aserrada es muy vulnerable, tanto a la coyuntura económica interna como, sobre todo, a la externa, lo que se refleja en una cierta volatilidad de precios. Por poner un ejemplo reciente, las tensiones comerciales y geopolíticas del año 2019, derivadas de la guerra comercial entre Estados Unidos y China, generaron una caída de las exportaciones de madera aserrada del 14% y del precio en un 7.7%, entre 2018 y 2019.

Esta dependencia del sector de la madera aserrada chilena del mercado internacional, determina que los precios internos pueden estar influenciados por el precio internacional (Yin y Xu, 2003) y como ocurre con otras materias primas (Baffes y Gardner, 2003). Ahora bien, ¿qué entendemos por precio internacional de referencia en el mercado de madera aserrada? Esta es una pregunta que no es fácil de responder. En algunos mercados de materias primas, como cereales o soja, parece haber un cierto consenso

entre los operadores en tomar como precio internacional de referencia el existente en un puerto o mercado localizado en alguno de los principales países productores. En cacao o café existen cárteles que establecen sus precios de referencia. En el caso de la madera aserrada no existe este mercado de referencia, máxime porque en este mercado las características de clima y suelo de las zonas productoras determinan ciertas diferencias en la calidad de la madera que hace que sean más apropiadas para un uso u otro. Por tanto, la primera pregunta que surge es si en el caso de la madera aserrada se puede hablar de un único precio de referencia o si cada país tiene el suyo teniendo en cuenta sus principales competidores o clientes. En este segundo caso, podría hablarse de la posible existencia de clubes de países o clústers de precios, cada uno de los cuales con un posible precio de referencia. Si éste es el caso, sería interesante determinar cuáles son los factores que determinan la pertenencia de cada país a cada segmento. La segunda pregunta, asociada a la anterior, es qué es lo que determina la evolución de ese precio (o esos precios) de referencia, esto es si son los principales exportadores o son los principales países importadores. Y si existen varios segmentos, se trata de ver si en todos los casos ese determinante es idéntico. Dicho en otras palabras, si en todos los segmentos es el principal país exportador o el principal país importador el factor clave que explica la evolución de los precios de referencia o cada segmento presenta una dinámica diferente. La respuesta a estas dos preguntas nos permitirá determinar cuál es el principal mercado internacional de referencia para el sector de la madera aserrada chilena.

Este va a ser uno de los dos grandes objetivos de esta Tesis. El enfoque metodológico que se ha utilizado para alcanzar este objetivo se basa en el análisis de convergencia que tiene su origen en el trabajo seminal de Barro y Sala-i-Martin (1991,1992) y que ha sido posteriormente adoptado en el contexto de análisis de series temporales por Bernard y Durlauf (1995), Carlino y Mills (1996) y, más recientemente, por Phillips y Sul (2007, 2009), que es el enfoque que vamos a utilizar en esta Tesis. A pesar que los primeros trabajos estaban basados en las Teorías de Crecimiento, hoy en día las aplicaciones son muy diversas e incluyen los procesos de convergencia en precios. En este sentido se destacan los trabajos de Montañés y Olmos (2013) sobre precios de la vivienda en Estados Unidos, Blanco et al. (2016) sobre los precios de las viviendas en España o Zhu et al. (2016) sobre precios de la energía en China. No existe, sin embargo, ninguna

aplicación al sector primario, por lo que ésta es una de las principales contribuciones de este trabajo.

Como hemos comentado anteriormente, el mercado de la madera aserrada chileno depende no sólo del mercado internacional, sino también del mercado interno. En este sentido, una característica importante del sector forestal chileno y, en especial, del mercado de la madera aserrada, es que éste se caracteriza por estar muy concentrado, ya que sólo dos empresas son propietarias de más del 63% de las plantaciones de Pino Radiata. Es así, que Forestal Arauco posee un 40,4% de plantaciones y CMPC un 22,8 % aproximadamente, mientras la empresa que les sigue solo es propietaria de un 3,5%. El resto de plantaciones está en manos de medianos y pequeños propietarios (Arauco 2016, INFOR, 2017). Esta situación de concentración de mercado también se da para los propietarios de aserraderos, aunque con mucha menor intensidad. Entonces, aserraderos Arauco tiene una capacidad instalada de producción de madera que cubre casi el 16% del total de la producción. En segundo lugar, se sitúa CMPC Maderas, con un 6% y en tercer y cuarto lugar, forestal Santa Blanca y Forestal León con un 2% y un 1,9%, respectivamente. El resto de la producción se reparte en medianos y pequeños aserraderos.

Esta misma situación de concentración ocurre en las exportaciones, dado que las principales empresas de aserrío exportan por encima del 78% del total de madera aserrada, destacando de nuevo Aserraderos Arauco que concentra más del 50% de las exportaciones de madera aserrada, siguiéndole en importancia CMPC Maderas con el 15%, Masisa (7,8%) y Forestal Tromen (5.5%).

Como acabamos de ver, en el sector chileno de la madera aserrada no sólo existe una elevada concentración horizontal en los diferentes eslabones de la cadena (plantaciones, producción de madera aserrada y exportaciones); sino también un significativo nivel de integración vertical, ya que dos empresas Arauco y CMPC Maderas, ocupan siempre los dos primeros lugares en todos los eslabones de la cadena, lo que les permite disfrutar de un cierto poder de oligopolio en la cadena de madera aserrada sobre todo en la producción de madera y trozas y en las exportaciones. La cuota de mercado de estas dos empresas en el eslabón de aserrado, apenas supone el 22%.

La pregunta que surge, en este caso, es hasta qué punto ese oligopolio en algunas etapas de la cadena comercial determina si, en dicha cadena, podemos hablar de competencia

perfecta o imperfecta y es precisamente lo que se plantea responder en el segundo gran objetivo de esta Tesis.

Una forma de analizar este fenómeno es a través del análisis de los procesos de transmisión de precios a lo largo de la cadena comercial. Este enfoque ha gozado de mucha popularidad, ya que sólo requiere de información de precios en los diferentes eslabones y porque el enfoque metodológico en el que se basa, la econometría de series temporales, ha avanzado notablemente en las últimas dos décadas con numerosas aportaciones que han permitido profundizar mucho más en los mecanismos de transmisión, sobre todo en lo que se refiere al estudio de relaciones no lineales.

En este contexto, si cualquier shock que se produzca en los precios en algún eslabón de la cadena (o en el precio de referencia internacional) se transmite de forma rápida al resto de precios de la cadena y en igual intensidad, ya sea en un contexto de mercados en expansión (precios al alza), como en contracción (precios a la baja), diremos que los mercados se comportan de forma competitiva y no se ejerce un poder de mercado por parte de las grandes empresas. En caso contrario, hablaremos de mercados no competitivos en el que las empresas de mayor dimensión se benefician en mayor medida frente a los medianos y pequeños propietarios.

El análisis de los procesos de transmisión vertical de precios no es nuevo. Su origen se remonta al trabajo de Gardner (1975) quien diseñó un modelo estructural para analizar los márgenes comerciales a lo largo de la cadena comercial. Dicho modelo partía de hipótesis bastante restrictivas, como rendimientos constantes de escala, competencia perfecta o tecnología de producción de proporciones fijas. Recientemente, este modelo se ha ido flexibilizando para incorporar la posible presencia de poder de mercado (competencia imperfecta) o rendimientos a escala crecientes o decrecientes, con el fin de determinar su impacto sobre los procesos de ajuste de precios a largo y corto plazo (McCorrison et al., 2001; Sexton et al., 2003; Lloyd et al., 2006). Sin embargo, la aplicación de este modelo para analizar los procesos de transmisión vertical de precios a lo largo de la cadena, requiere incorporar información sobre costes de fabricación, almacenamiento, transporte o promoción que, en la mayoría de los casos no se encuentra disponible. Por otro lado, Vavra & Goodwin (2005) mencionan que las conclusiones acerca de la transmisión de precios que se obtengan a partir de la evolución de los márgenes de comercialización a través del tiempo, pero que no incorporan estos costes, pueden ser erróneas.

Por este motivo, la mayor parte de los trabajos empíricos enfocados en los análisis de la transmisión de precios a lo largo de la cadena comercial han utilizado modelos econométricos de series temporales, que sólo requieren de series de datos sobre precios que suelen estar disponibles para muchos mercados, sobre todo en los eslabones de producción y consumo. El principal objetivo de este tipo de trabajos consiste en caracterizar los mecanismos de transmisión vertical de precios a partir de la magnitud, velocidad, naturaleza y dirección causal de las respuestas de los diferentes precios a shocks inesperados en cualquiera de los eslabones de dicha cadena, ya sean de oferta o de demanda. En este sentido, una de las cuestiones a la que se ha prestado más atención en la literatura está relacionada con la posible existencia de asimetrías de transmisión de precios, esto es, a analizar si los procesos de ajuste a lo largo de la cadena son diferentes dependiendo si el shock inicial es positivo o negativo. Existen mercados en los que un incremento del precio genera reacciones inmediatas a lo largo de la cadena mientras que si los precios bajan, la magnitud de la respuesta y su velocidad pueden ser menores.

Los trabajos que explícitamente consideran la posible existencia de asimetrías se remontan a Houck (1977) y Ward (1982), a partir de un trabajo anterior de Wolffram (1971) en un marco de series estacionarias, que no es el caso en la mayor parte de las series económicas y, más concretamente, en el caso de los precios. Granger y Lee (1989) propusieron un enfoque que consideraba las propiedades estocásticas de las series; en concreto, que fuesen o no estacionarias y, en este último caso, que estuviesen cointegradas. Definieron un modelo en forma de Mecanismo de Corrección del Error asimétrico (MCEA), en el que la velocidad del ajuste de la variable endógena dependía del valor positivo o negativo de la desviación del equilibrio a largo plazo. Basándose en esta idea, Von Cramon-Taubadel (1998), Balke et al. (1998) y Frost y Bowden (1999) propusieron, un modelo de corrección del error para contrastar la posible presencia de relaciones asimétricas entre precios a lo largo de la cadena comercial.

Una de las limitaciones más importantes que presenta este enfoque es que asume que los ajustes en precios son lineales. Sin embargo, la presencia de costes de transacción fijos a lo largo de la cadena puede generar reacciones no lineales; esto es, los procesos de ajuste en precios no sólo pueden diferir dependiendo del signo de la variación inicial, sino que también la magnitud de la misma puede ser relevante. Por poner un ejemplo, y asumiendo que el proceso de ajuste es vía coste, no es irreal asumir que los agentes en

un determinado eslabón de la cadena sólo reaccionarán a un cambio de los precios en el eslabón anterior, si la magnitud del shock es significativa o supera un cierto umbral. Shocks de pequeña magnitud no generarán reacciones porque los costes del ajuste son mayores que el posible beneficio generado por un incremento del precio. Y si lo que se produce es un descenso en el precio en el eslabón anterior, con mucha mayor razón, ya que en el corto plazo se genera una ganancia de margen. Esta limitación ha dado lugar al desarrollo de propuestas alternativas capaces de compatibilizar la existencia de ajustes asimétricos y la presencia de relaciones de cointegración entre las variables. Entre estos, los más utilizados han sido el modelo autorregresivo por umbrales (Threshold Autoregressive Model) (TAR) (Balke y Fomby, 1997; Obstfeld y Taylor, 1997), y el Vector de Corrección del Error por umbrales (Threshold Vector Error Correction Model) (TVECM) (Lo y Zivot, 2001; Hansen y Seo, 2000).

Sin embargo, aunque este enfoque se adapta muy bien a las cuestiones que queremos abordar en esta tesis, no está exento de ciertas limitaciones. Los modelos de cointegración por umbrales sugieren que el paso de un régimen a otro cuando se supera el umbral es inmediato. Si la muestra considera datos anuales, esta hipótesis puede mantenerse. Sin embargo, si los datos son de mayor frecuencia, los procesos de ajuste pueden ser más “suaves” y necesitar más de un período para completarse. Adicionalmente, la totalidad de los trabajos empíricos sobre transmisión de precios asumen que es la relación de equilibrio a largo plazo entre los precios la que determina la posible existencia de diferentes regímenes en la transmisión de precios. Dado que la mayor parte de los trabajos son bivariantes (sólo consideran dos eslabones de la cadena comercial), lo que asumen estos trabajos es que es el margen comercial el que determina los umbrales. Esto supone una seria limitación, ya que cualquier variable estacionaria podría estar generando la existencia de diferentes regímenes en los mecanismos de transmisión. Podría ser uno de los precios de la cadena o un precio exógeno (por ejemplo, un precio internacional de referencia). Granger y Teräsvirta (1993), Teräsvirta (1994, 1998) y van Dijk et al. (2002), propusieron los denominados modelos de corrección del error con umbrales de transición suave (STVECM) que difieren de los anteriores (TVECM) al reemplazar la función discreta que mide el cambio de régimen por una función continua y monótona de transición suave. Este es el enfoque que se va a utilizar en esta Tesis, que constituye la principal novedad metodológica ya que no se ha

aplicado anteriormente al análisis de la transmisión de precios en mercados agroalimentarios y de los recursos naturales.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, esta Tesis se plantea dos objetivos que tratan de responder a cada una de las cuestiones planteadas:

1. Analizar las relaciones existentes entre los precios internacionales del mercado de la madera aserrada, con el fin de determinar si en los últimos años se ha producido una convergencia de dichos precios que nos permita hablar de un precio de referencia a nivel internacional. Si esto no es factible, entonces analizar los posibles clústers existentes prestando especial atención a aquél en el que se encontraría Chile para determinar el precio internacional de referencia del sector de la madera aserrada chilena.
2. Caracterizar el proceso de transmisión de precios a lo largo de la cadena de valor de la madera aserrada en Chile, con el fin de determinar si esa dinámica de transmisión es compatible o no con la existencia de un mercado de competencia perfecta o si, por el contrario, los procesos de concentración horizontal y vertical que se han producido en los últimos años han favorecido la existencia de poder de mercado, por parte de las grandes empresas, en detrimento de los operadores pequeños y medianos.

A pesar de la relevancia del sector maderero para la economía chilena, la literatura previa no ha abordado ninguna de estas dos cuestiones, por lo que esta Tesis supone una aportación original al conocimiento sobre el mercado de la madera aserrada chilena e internacional. En efecto, los estudios realizados anteriormente sobre el mercado forestal y, en particular, sobre la madera aserrada, se han limitado a analizar de forma descriptiva el crecimiento que ha experimentado este sector en los últimos años, así como a describir los factores que han contribuido a mejorar su competitividad en el mercado internacional. (Messner,1993; Ponce et al, 2007). Otra línea de investigación se ha centrado en analizar la estructura del sector forestal, los agentes participantes y las prácticas comerciales existentes en la cadena de producción y comercialización a nivel nacional, pero desde una vertiente puramente descriptiva, sin analizar las consecuencias sobre el comportamiento de los mercados (Universidad de Concepción, 2009; Lima, 2016). Finalmente, podemos considerar algún estudio en el ámbito de la construcción,

como el de Álvarez et al. (2011), en el que se caracteriza el mercado de la madera de Pino Radiata utilizado con fines estructurales en la construcción habitacional en Chile.

Para alcanzar los objetivos mencionados, esta Tesis se ha estructurado en 4 capítulos adicionales a esta introducción. El segundo capítulo pretende contextualizar la Tesis caracterizando tanto el mercado mundial como el mercado chileno de madera aserrada y ayudar a entender mejor los resultados empíricos realizados en los dos capítulos siguientes. En la parte de comercio internacional se analiza la evolución de la producción mundial de madera aserrada en los últimos 25 años, así como su distribución geográfica. A continuación, nos centramos en el análisis de los principales países exportadores e importadores para el mismo período de tiempo, para acabar con los flujos comerciales de los principales países exportadores. Esta descripción nos ayudará a entender los resultados obtenidos en el Capítulo 3. La segunda parte del capítulo se destina a analizar el mercado chileno de madera aserrada, identificándose los principales eslabones que componen la cadena comercial (mercado de las trozas, mercado de la madera aserrada, mercado de la madera dimensionada y, finalmente, mercado de la madera cepillada). Asimismo, se caracteriza la estructura empresarial en cada eslabón de la cadena, donde encontramos un alto nivel de concentración horizontal e integración vertical. La información sobre el funcionamiento del mercado nos ayudará, como en el caso anterior a interpretar los resultados obtenidos en el Capítulo 4.

El tercer capítulo se centra en responder a las cuestiones planteadas en el primer objetivo de esta Tesis. En concreto, analiza las relaciones existentes entre los precios internacionales del mercado de la madera aserrada, prestando especial atención a la posible existencia de un proceso de convergencia que nos permita hablar de un único precio de referencia a nivel mundial. En caso que eso no sea posible, se identificarán los diferentes clústers existentes, cada uno alrededor de un precio de referencia diferente, prestando especial atención al grupo en el que se encuentra Chile. Para ello, se aplicarán los contrastes de convergencia propuestos en Phillips y Sul (2007, 2009) para los precios de exportación de los 10 principales países exportadores de madera aserrada. Dado que se rechaza la hipótesis de convergencia, en la segunda parte de este capítulo se responde a dos cuestiones. La primera, hace referencia a los determinantes de los precios de exportación, para lo cual se realiza una serie de contrastes de causalidad entre

los precios de exportación y los de importación de los principales países importadores. La segunda, trata de caracterizar los diferentes segmentos que se han encontrado y de analizar los factores que determinan que un país se encuentre en un segmento específico o clúster.

El cuarto capítulo corresponde a la aplicación del mecanismo de la transmisión de precios en el sector de la madera aserrada en Chile. Como hemos mencionado anteriormente, este es el capítulo más innovador de la Tesis, ya que propone un enfoque metodológico muy flexible que no se ha aplicado anteriormente en la literatura empírica sobre transmisión de precios, en ningún mercado de materias primas, ya sean renovables o no renovables. En concreto, las principales características del enfoque propuesto son: 1) Tiene en cuenta, simultáneamente la posible existencia de asimetrías en la transmisión de precios, así como la posible no linealidad en la dinámica de ajustes; 2) se trata de un enfoque multivariante, cuando la totalidad de estudios hasta la fecha que analizan asimetrías han utilizado enfoques bivariantes; 3) flexibiliza la posibilidad que los ajustes en las dinámicas de precios no estén supeditadas a los valores de la relación de cointegración, sino que la variable umbral puede ser cualquier otra variable estacionaria; y 4) analiza específicamente las relaciones dinámicas a corto plazo, a través del cálculo de las funciones impulso respuesta, aspecto rara vez considerado en la literatura previa sobre asimetrías en la transmisión de precios.

La Tesis finaliza con un capítulo de conclusiones que se estructura en torno a tres cuestiones. En primer lugar, se realiza una discusión de los resultados obtenidos en base a la literatura existente en otros países sobre mercados forestales. En segundo lugar, se realiza una autocrítica con las principales limitaciones del trabajo, lo que nos permite abordar la última parte del trabajo, destinada a sugerir ciertas recomendaciones que puedan orientar la investigación futura en este tema.

II. CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL MERCADO DE LA MADERA ASERRADA: EL CASO DE CHILE

II.1 Introducción

Este capítulo constituye el marco de referencia que permite contextualizar el mercado de la madera de coníferas a nivel mundial y en particular para la situación de Chile. Al inicio se describen aspectos relacionados con el mercado mundial de la madera aserrada, caracterizándose los principales países productores, exportadores e importadores. Posteriormente se analiza a nivel individual el mercado de la madera aserrada en Chile, considerándose los distintos agentes involucrados en la cadena productiva, consumo interno y exportaciones.

II.2 Mercado mundial de la madera aserrada

La mayor parte de la superficie mundial de bosque lo constituye el bosque natural (93% del total). En 25 años los bosques han cambiado considerablemente reduciéndose notablemente la masa forestal existente. En efecto, en 1990 la superficie forestal mundial ascendía a 4.128 millones de hectáreas; mientras que en 2015 esa superficie había disminuido hasta 3.999 millones de ha. Entre los años 2010 y 2015 los bosques naturales disminuyeron en 6,5 millones de ha/año. Por otro lado, la superficie correspondiente a bosques plantados aumentó en más de 105 millones de ha desde 1990 (Ver Tabla II.1).

Actualmente, 5 países concentran la mayor parte de la superficie forestal mundial (Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos y China), encontrándose Chile en el lugar 33 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2018).

Tabla II-1: Área de bosques y características

MUNDO (234 PAÍSES Y TERRITORIOS)	
Variable	Total
Área de bosque (Millones de ha, 2015)	3.999
Área de otras tierras boscosas (millones de ha, 2015)	1.204

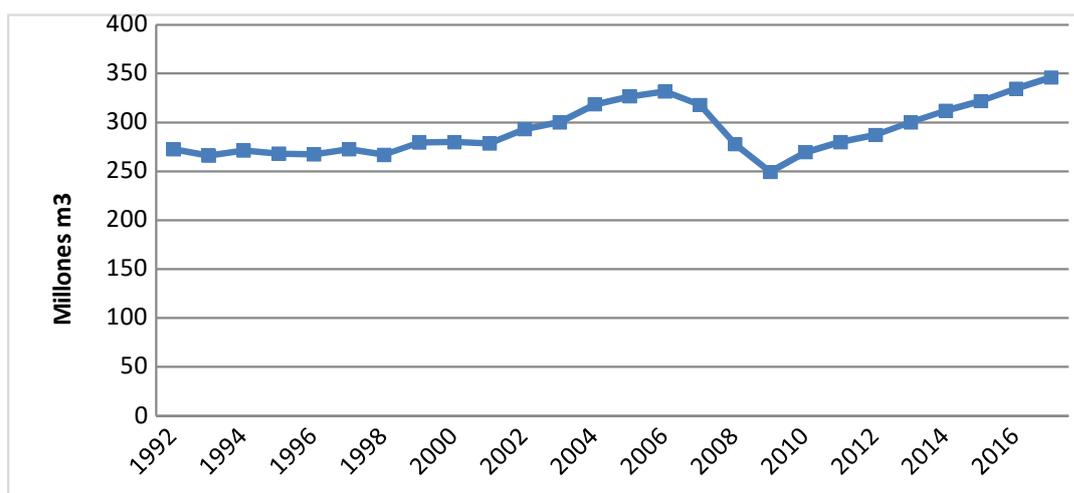
Área de otras tierras con cubierta forestal (millones de ha, 2015)	284
Reforestación anual media (millones de ha, 2015)	27
Bosque natural (millones de ha, 2015)	3.695
Bosque plantado (millones de ha, 2015)	291
Cambio neto anual del bosque (millones de ha, 2010-2015)	-3,3
Cambio neto anual del bosque natural (millones de ha, 2010-2015)	-6,5
Cambio neto anual del bosque plantado (millones de ha, 2010-2015)	3,3

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.1 Productores de madera aserrada de coníferas

La producción de madera aserrada de conífera, en el periodo 1992-2017, muestra una tendencia creciente sólo interrumpida durante los años relacionados con la crisis económica (Gráfico II.1). En efecto, entre 2006 y 2009, la producción de madera aserrada disminuyó en un 25%, aproximadamente, para luego retomar su tendencia ascendente (27%, entre 1992 y 2017).

Gráfico II-1: Producción de madera aserrada en el mundo (Millones m³)



Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.2 Principales productores de madera aserrada

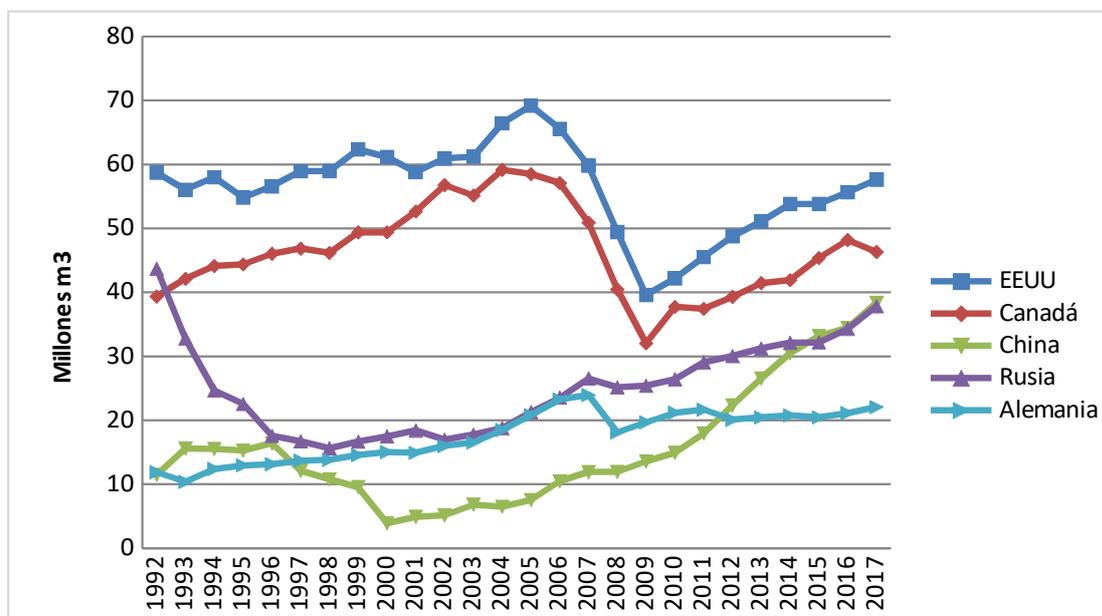
Los 5 principales países productores de madera aserrada de conífera son Estados Unidos, Canadá, China, Rusia y Alemania, quienes, en suma, producen el 55% de la madera mundial. Estados Unidos y Canadá, en conjunto, producen en torno al 35% de la producción total; por lo que en ellos suceda puede impactar fuertemente en el mercado mundial.

La evolución de la producción en estos 5 países, sin embargo, difiere sustancialmente (Gráfico II.2). Estados Unidos logra su mayor nivel de producción en el año 2005,

superando los 69 millones de m³, creciendo entre 1992 y 2005 un 17%. Canadá sigue una tendencia similar, alcanzando su mayor nivel de producción en 2004, superando los 59 millones de m³, siendo su crecimiento entre los años 1992 y 2004 del 50%. En ambos países, a partir de los años 2005 y 2004, respectivamente, la producción disminuye significativamente. En el caso de Estados Unidos, el descenso es del 43%, mientras que para Canadá ronda el 46%. Dicha caída está relacionada con la crisis económica que se produjo en ese período, que afectó de forma especial al sector inmobiliario, uno de los mayores demandantes de madera.

Entre los otros 3 países, Alemania es relativamente el más estable, con una tendencia positiva de crecimiento, pasando de unos 12 millones de m³ en 1992 a 22 millones en el año 2017. En el caso de China y Rusia, la tendencia es opuesta a Estados Unidos y Canadá, decreciendo la producción hasta el inicio del nuevo milenio para crecer a partir de esa fecha. En China, la producción pasó algo más de 11 millones de m³, en 1992, a alrededor de 4 millones en el año 2000, luego de lo cual logró una tendencia creciente, llegando a 38 millones en el año 2017. Rusia pasó de unos 44 millones de m³ en 1992 a poco más de 15 millones en 1998. A partir de dicha fecha la producción aumentó hasta los 38 millones de m³.

Gráfico II-2: Evolución de la producción en los principales países productores de madera aserrada (Millones m³)

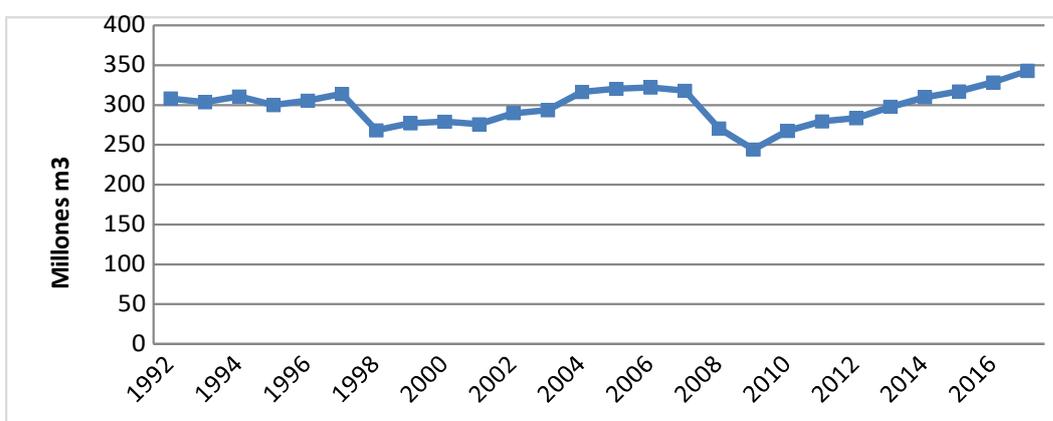


Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.3 Consumidores de madera aserrada de conífera

El consumo mundial de madera aserrada de coníferas, entre 1992 y 2017, ha fluctuado entre 308 millones de m³ y 343 millones de m³ (Gráfico II.3). Los dos periodos de decrecimiento coinciden con dos crisis, la asiática ocurrida en el año 1997 y la económica en 2008; por lo que en general su comportamiento tiene una reducida tendencia de crecimiento.

Gráfico II-3: Evolución del Consumo de Madera Aserrada en el Mundo (Millones m³)

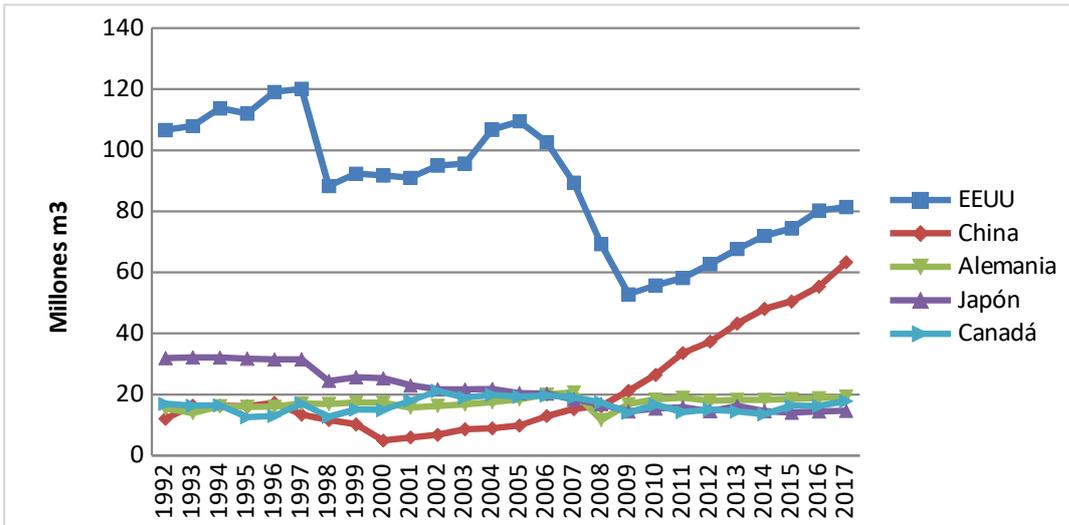


Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.4 Principales consumidores de madera

En el Gráfico II.4 se aprecia claramente que el mayor consumidor de madera aserrada es Estados Unidos, el cual representa el 30% del total de consumo de madera aserrada. Junto con China, Alemania, Japón y Canadá, concentran el 56% del consumo mundial. De estos 5 países, es China el que muestra un mayor crecimiento, pasando de representar, en el año 1992, el 4% del consumo mundial y a superar el 18% en el 2017. Los otros tres países han mantenido o reducido su consumo.

Gráfico II-4: Principales consumidores de madera aserrada (Millones m³)

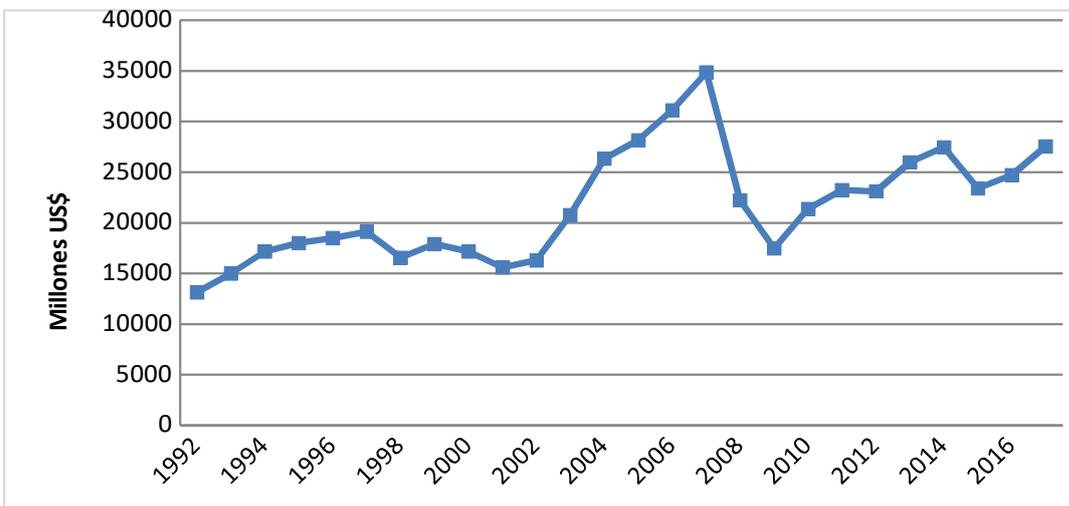


Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.5 Exportaciones de madera aserrada de conífera

Las exportaciones totales de madera aserrada muestran una tendencia creciente, como se puede observar en el Gráfico II.5, con un máximo en el año 2007, llegando a 34.800 millones de dólares, para luego tener un descenso a 17.456 millones de dólares en el año 2009 y volver a una senda de crecimiento a partir de dicha fecha.

Gráfico II-5: Exportaciones de madera aserrada en el mundo (Millones US\$)



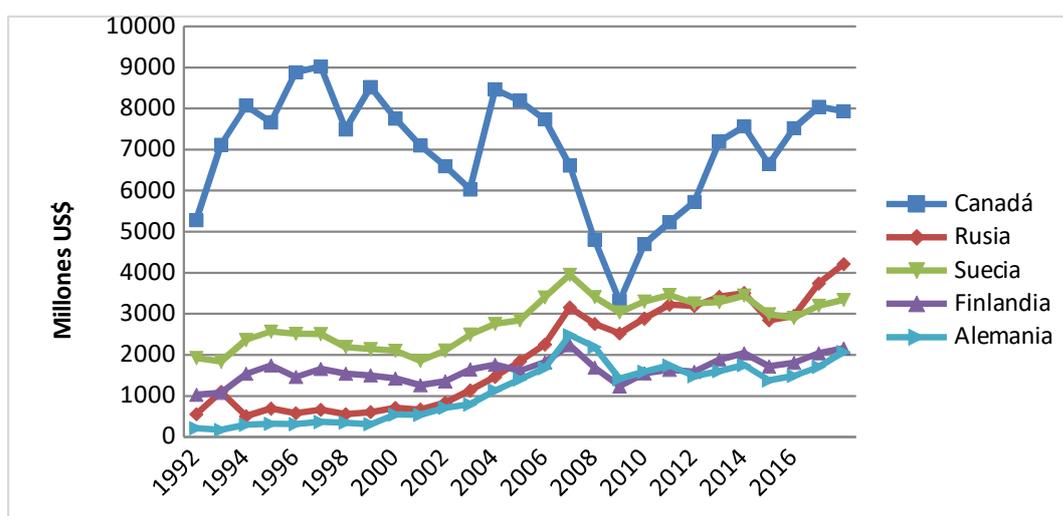
Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.6 Principales exportadores

Los principales países exportadores de madera aserrada son Canadá, Rusia, Suecia, Finlandia, Alemania; que en conjunto representan aproximadamente el 68% del total exportado en el mundo. Canadá se ubica como el mayor exportador, quien, en promedio en el periodo, representa el 34% del total llegando en algunos años al 47%.

El año de mayor exportación de Canadá fue 1997, superando en ese año los 9.020 millones de dólares; mientras que el peor año fue 2009, cuando exportó por valor de 3.309 millones de dólares. En el periodo comprendido entre los años 2004-2009 se observa que las exportaciones de Canadá disminuyen, mientras que los otros países mantienen una tendencia creciente hasta el año 2007 y luego una caída hasta el año 2009, para luego iniciar una recuperación donde destaca la Federación Rusa (Gráfico II.6).

Gráfico II-6: Principales exportadores de madera aserrada (Millones US\$)



Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.7 Flujos comerciales: Principales países exportadores

En este apartado se describen los destinos más importantes de las exportaciones de los países con mayor volumen de exportación. Para evitar problemas de fluctuaciones puntuales, se promedian los tres primeros años de que se dispone información de flujos (1997-1999) y los últimos años en estudio (2015-2017). A continuación, analizaremos cada uno de los países.

El principal país exportador de madera aserrada de coníferas es Canadá, país que exporta mayormente a Estados Unidos de América. Al principio del período de estudio,

Canadá dirigía a Estados Unidos algo más del 81% de sus exportaciones; el segundo destino era Japón, con un 14% y, a continuación, Reino Unido, Bélgica-Luxemburgo e Italia, con un 1% cada uno respectivamente (Ver Tabla II.2).

Al final del período de análisis Estados Unidos sigue siendo el principal comprador de madera aserrada canadiense; si bien la cuota se ha reducido ligeramente hasta situarse en el 73%, China se configura como el segundo importador, con un 12%, seguido por Japón, con un 8% y Filipinas y Corea, cada uno con 1% del total exportado por Canadá (Ver Tabla II.2).

Tabla II-2: Principales destinos exportaciones de Canadá, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Estados Unidos de América	6863,72	81%	Estados Unidos de América	5441,91	73%
Japón	1226,42	14%	China	908,48	12%
Reino Unido	62,25	1%	Japón	623,84	9%
Bélgica-Luxemburgo	45,63	1%	Filipinas	60,18	1%
Italia	46,991	1%	República de Corea	61,78	1%
Otros	220,78	2%	Otros	315,08	4%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

Las exportaciones para el caso de la Federación Rusa muestran que el principal país al que exportaba la madera aserrada, en el periodo 1997-1999, era Japón con un 14% de cuota; luego seguía Egipto, Reino Unido, Italia y Países Bajos con 10%, 9%, 7% y 7%, respectivamente (Ver Tabla II.3).

Para el periodo 2015-2017, China toma un papel preponderante como comprador de la madera aserrada de la Federación Rusa, representando más de un 43% de las exportaciones de este producto. Le siguen, a bastante distancia, Japón, Egipto, Uzbekistán y Alemania con 8%, 8%, 6% y 3%, respectivamente (Ver Tabla II.3).

Tabla II-3: Principales destinos exportaciones de Federación Rusa, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

PERIODO (1997-1999)	PERIODO (2015-2017)
---------------------	---------------------

PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Japón	85,41	14%	China	1366,84	43%
Egipto	57,62	10%	Japón	253,76	8%
Reino Unido	52,09	9%	Egipto	238,13	8%
Italia	42,68	7%	Uzbekistán	197,96	6%
Países Bajos	39,93	7%	Alemania	108,74	4%
Otros	316,16	53%	Otros	985,18	31%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

El tercer exportador mundial de madera aserrada es Suecia. Como muestra la Tabla II.4, un 21% de las exportaciones suecas de este producto se destinaban al Reino Unido, 15% a Alemania, 12% a Dinamarca y 8% a Países Bajos y Noruega.

Para el periodo 2015-2017, continúa siendo Reino Unido el comprador más importante, con un 20%; le siguen Noruega con 9%, luego Egipto, Alemania y Países Bajos con un 7%, respectivamente (Ver Tabla II. 4).

Tabla II-4: Principales destinos exportaciones de Suecia, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Reino Unido	486,71	21%	Reino Unido	603,97	20%
Alemania	331,87	15%	Noruega	270,95	9%
Dinamarca	280,82	12%	Egipto	214,17	7%
Países Bajos	191,89	9%	Alemania	217,76	7%
Noruega	179,45	8%	Países Bajos	215,93	7%
Otros	809,47	35%	Otros	1506,86	50%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

Finlandia se ha mantenido como cuarto país exportador. Durante el periodo 1997-1999, el principal comprador de madera aserrada de Finlandia fue el Reino Unido, con un 18% del total exportado de madera aserrada; le siguen Alemania con 13%, Francia con 10% y Países Bajos y Dinamarca con 8% cada uno (Ver Tabla II.5).

En el periodo 2015-2017, China pasa a ser el principal destino de las exportaciones de madera aserrada de Finlandia con un 13% de la cuota de mercado (Ver Tabla II.5), con un fuerte crecimiento de las importaciones chinas de Finlandia. Aunque, la media para el trienio final es del 13%, hay que mencionar que la cuota ha pasado de un 9% en 2015 al 18% en 2017.

Tabla II-5: Principales destinos exportaciones de Finlandia, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Reino Unido	280,11	18%	China	249,17	13%
Alemania	205,57	13%	Japón	233,17	13%
Francia	151,82	10%	Egipto	207,38	11%
Países Bajos	126,78	8%	Reino Unido	202,33	11%
Dinamarca	124,88	8%	Francia	110,16	6%
Otros	689,23	43%	Otros	851,56	46%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

El quinto país en el ranking de exportadores mundiales de madera aserrada lo ocupa Alemania, que tiene sus principales clientes en Europa. Entre los años 1997-1999, el consumidor más importante de este producto fue Italia con 22% de las exportaciones alemanas de madera aserrada; le siguen Francia con 20%, luego los Países Bajos y Austria, cada uno de ellos con un 13% de cuota de mercado y Bélgica con un 10% (Ver Tabla II.6).

En el periodo 2015-2017, el principal destino de la madera aserrada exportada por Alemania es Austria, quien compra el 14% de la producción. Francia le sigue en importancia como comprador con 12%, luego los Países Bajos, Bélgica y Reino Unido, los cuales importan el 11%, 7% y 6%, respectivamente (Ver Tabla II.6).

Tabla II-6: Principales destinos exportaciones de Alemania, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Italia	73,85	23%	Austria	206,40	14%
Países Bajos	44,31	13%	Francia	184,70	12%
Austria	42,01	13%	Países Bajos	163,13	11%
Francia	65,17	20%	Bélgica	99,52	7%
Bélgica-Luxemburgo	33,55	10%	Reino Unido	97,11	6%
Otros	69,86	21%	Otros	763,69	50%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

Otro país importante en las exportaciones de madera aserrada de conífera es Austria, cuyo principal comprador es Italia, en el periodo 1997-1999, representaba el 60%; le sigue Japón con 12%, lo mismo que Alemania y luego están Suiza y Estados Unidos con 5 y 3%, respectivamente.

Para el periodo 2015-2017, Italia representa el 43% del total de madera aserrada de coníferas exportado por Austria; luego está Alemania con 19%, le siguen Eslovenia y Japón con 9% cada uno y por último Suiza con 4%.

Tabla II-7: Principales destinos exportaciones de Austria, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

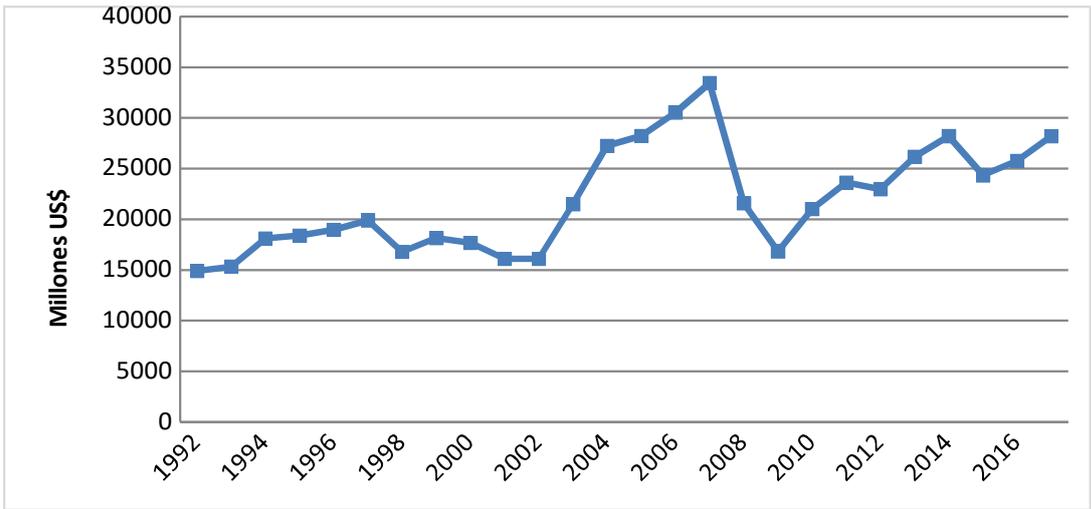
PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Italia	600,48	60%	Italia	517,61	43%
Japón	120,07	12%	Alemania	222,02	19%
Alemania	120,82	12%	Eslovenia	112,21	9%
Suiza	47,93	5%	Japón	105,15	9%
Estados Unidos de América	26,59	3%	Suiza	48,71	4%
Otros	80,21	8%	Otros	184,86	16%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.8 Importaciones de madera aserrada de conifera

Como se aprecia en el Gráfico II.7, las importaciones mundiales de madera aserrada en el periodo 1992-2002, se mostraron relativamente estables, pasando de 14.900 millones de dólares en 1992 a 19.987 millones en 1997, para luego descender el año 2002 a 16.079 millones de dólares. A partir de dicha fecha, el volumen global de importaciones aumentó de forma significativa, llegando en 2007 a 33.435 millones de dólares. La mencionada crisis económica y el descenso en la producción y el consumo contribuyeron a una reducción del volumen mundial importado. El mínimo se alcanzó en 2009, con 16.825 millones de dólares. A partir de dicha fecha las importaciones crecieron, alcanzando en 2017, los 28.180 millones de dólares.

Gráfico II-7: Importaciones de madera aserrada en el mundo (Millones US\$)



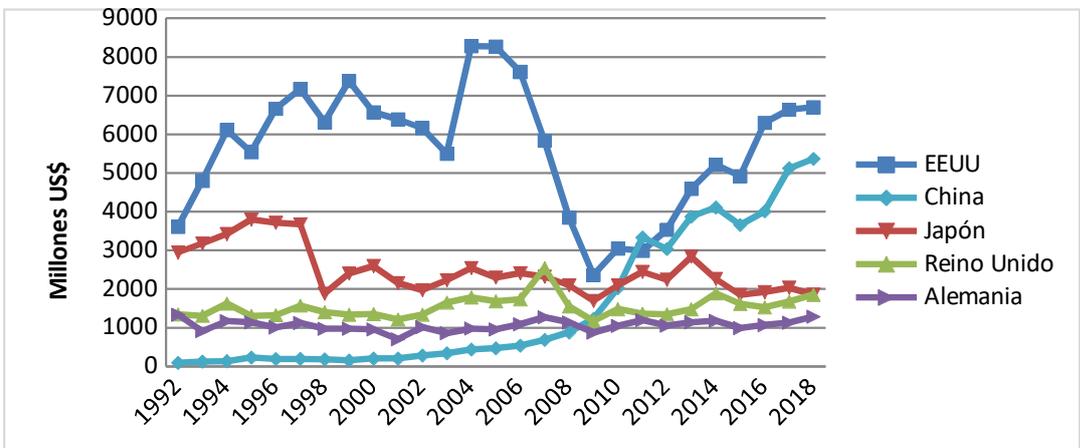
Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.9 Principales importadores

De acuerdo al Gráfico II.8, el principal importador de madera aserrada es Estados Unidos, el cual en promedio representa un 27% del total de importaciones del mundo, con algunas fluctuaciones, ya que en algunos años llega a representar más del 40%, mientras que en otros apenas alcanza 12%. Estados Unidos, China, Japón, Reino Unido y Alemania juntos, representan alrededor del 56% de las importaciones mundiales.

El cambio más significativo lo ha experimentado China, quien a partir del año 2000 comienza a crecer en importaciones, crecimiento que se acelera considerablemente a partir del año 2008, lo que le ha permitido ocupar el segundo lugar en importancia desde el punto de las importaciones mundiales de madera aserrada.

Gráfico II-8: Principales importadores de madera aserrada (Millones US\$)



Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.2.10 Flujos comerciales: Países importadores

Para acabar con este estudio del comercio mundial de madera aserrada, analizaremos el origen de las importaciones de los principales países compradores de madera aserrada de coníferas. Al igual que en el caso de las exportaciones, vamos a considerar medias tri-anales desde el periodo 1997-1999 hasta 2015-2017.

Estados Unidos se mantiene a lo largo del estudio como el principal importador de madera aserrada de coníferas del mundo. El origen más importante de donde proviene más del 90% de la madera que compra es Canadá; le siguen en importancia Chile, Brasil y México, con poco más del 2% cada uno de ellos y Nueva Zelanda con un 1% (Ver Tabla II.8).

Para el periodo 2015-2017, la situación se mantiene parecida al inicio, es decir, más del 90% de la importación proviene de Canadá y el resto de Chile, Brasil y Nueva Zelanda. El cambio que se observa es que México ya no aparece en la lista de principales países de los cuales importa madera aserrada Estados Unidos, sino que es sustituido por Suecia (Ver Tabla II.8).

Tabla II-8: Origen principal de las importaciones de Estados Unidos, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Miles US\$)

PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Canada	6343,78	91%	Canada	5344,14	91%
Chile	199,03	3%	Chile	157,41	3%
Brasil	164,60	3%	Brasil	145,94	2%
México	140,51	2%	Nueva Zelanda	133,56	2%
Nueva Zelanda	103,99	1%	Suecia	74,24	1%
Otros	0	0%	Otros	5855,30	1%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

China, como se señaló anteriormente, cada vez cobra más dinamismo en el mercado mundial. En el periodo 1997-1999 sus principales proveedores de madera aserrada eran: Nueva Zelanda con el 17%, Mongolia con 15%, Estados Unidos de América con 13% y Canadá e Indonesia con 10% y 5%, respectivamente (Ver Tabla II.9).

En el periodo 2015-2017, el volumen y el origen de la madera aserrada cambian considerablemente: el 45% proviene de Rusia, el 30% de Canadá y el resto de Finlandia; Chile y Estados Unidos, 8%, 5% y 5%, respectivamente (Ver Tabla II. 9).

Tabla II-9: Origen principal de las importaciones de China, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Nueva Zelandia	16,56	17%	Federación de Rusia	1366,85	45%
Mongolia	15,00	15%	Canadá	908,49	30%
Estados Unidos	12,38	13%	Finlandia	249,17	8%
Canadá	10,22	10%	Chile	162,92	5%
Indonesia	4,93	5%	Estados Unidos	159,03	5%
Otros	38,78	40%	Otros	212,08	7%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

Japón también es un importante importador de madera aserrada. Durante el periodo 1997-1999, el 55% de sus importaciones de este producto procedía de Canadá, el 13% de Estados Unidos, el 6% de Finlandia y de Suecia y Austria el 5% (Ver Tabla II.10).

En el período 2015-2017, sigue siendo Canadá el mayor proveedor de madera aserrada para Japón, con el 21% de la cuota de mercado. Le siguen en importancia, Rusia y Finlandia, con un 8%, cada uno; así como Suecia y Estados Unidos de América con un 6% y 5%, respectivamente (Ver Tabla II.10).

Tabla II-10: Origen principal de las importaciones de Japón, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Canadá	1460,48	55%	Canadá	402,23	21%
Estados Unidos	342,03	13%	Federación de Rusia	152,99	8%
Finlandia	150,71	6%	Finlandia	149,19	8%
Suecia	136,59	5%	Suecia	122,19	6%
Austria	127,27	5%	Estados Unidos	98,23	5%
Otros	448,90	16%	Otros	1019,88	52%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

El mayor proveedor de madera aserrada del Reino Unido es Suecia. En el periodo 1997-1999, representó 36% del total importado. Finlandia le sigue con 20%, luego Letonia, Canadá y Rusia con 15%, 6% y 5%, respectivamente (Ver Tabla II.11).

Para el periodo 2015-2017, se mantienen los tres proveedores más importantes; Suecia con 38%, Letonia 14% y Finlandia 13%. Luego se ubica Alemania e Irlanda con el 6% respectivamente, de las importaciones de madera aserrada por parte del Reino Unido (Ver Tabla II.11).

Tabla II-11: Origen principal de las importaciones de Reino Unido, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Suecia	521,10	36%	Suecia	603,97	38%
Finlandia	291,89	20%	Letonia	226,21	14%
Letonia	214,82	15%	Finlandia	202,33	13%
Canadá	81,61	6%	Alemania	97,11	6%
Federación de Rusia	73,33	5%	Irlanda	93,13	6%
Otros	273,06	18%	Otros	382,05	23%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

Alemania está entre los principales exportadores, pero también tiene un rol importante entre los países importadores de madera aserrada. Su mayor proveedor durante el periodo 1997-1999 fue Suecia, desde donde provenía el 27% de sus importaciones, seguido por Finlandia con el 21% y Chequia, Austria y Polonia con un 8% cada uno (Ver Tabla II. 11).

Durante el periodo 2015-2017, siguen siendo Austria, Suecia y Finlandia los principales exportadores para Alemania, con 21%, 21% y 11%, respectivamente. Le siguen Rusia con 10% y Chequia con 9% de las exportaciones (Ver Tabla II.12).

Tabla II-12: Origen principal de las importaciones de Alemania, periodos (1997 a 1999) – (2015 a 2017) (Millones US\$)

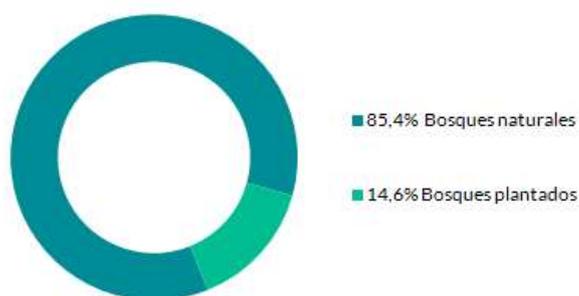
PERIODO (1997-1999)			PERIODO (2015-2017)		
PAÍS	US\$	PORCENTAJE	PAÍS	US\$	PORCENTAJE
Suecia	261,02	27%	Suecia	217,76	21%
Finlandia	206,41	21%	Austria	222,02	21%
Austria	78,20	8%	Finlandia	112,03	11%
Chequia	82,00	8%	Chequia	96,33	9%
Polonia	72,81	8%	Federación de Rusia	108,74	10%
Otros	269,50	28%	Otros	285,25	28%

Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

II.3 EL mercado de la madera aserrada en Chile

El 23% de la superficie total de Chile está cubierta por bosques (17.665.354 ha), de los cuales el 85.4% corresponde a bosques naturales y el 14.6% a bosques plantados; sin embargo, la producción forestal se basa en un 99% en los bosques plantados (Ver Gráfico II.9). El 70% de este recurso tiene certificación internacional de manejo forestal sustentable y se encuentra principalmente en la zona centro sur del país.

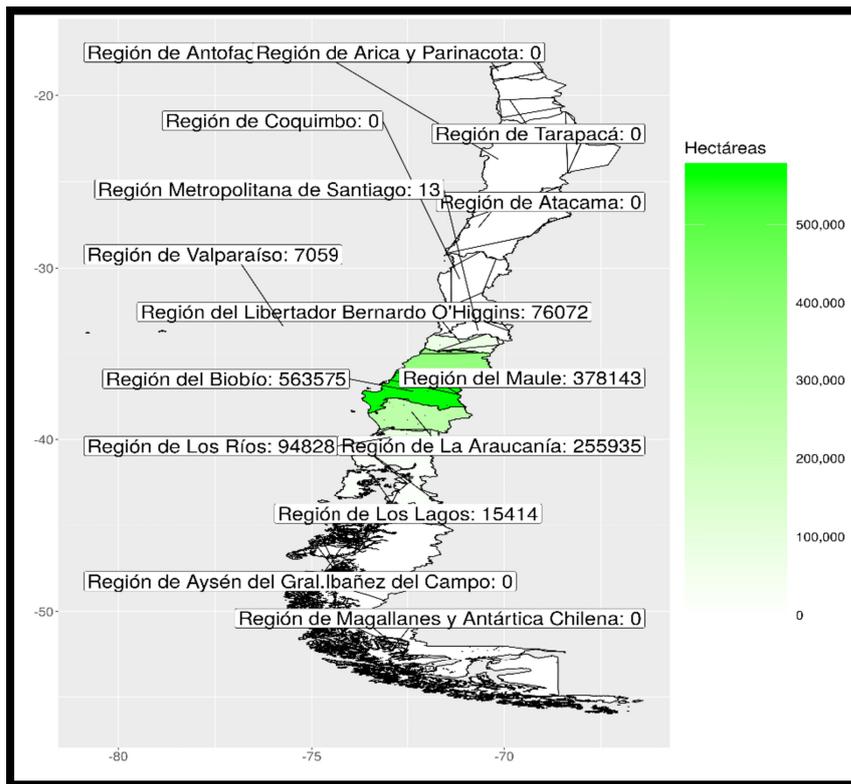
Gráfico II-9: Distribución de bosques en Chile (hectáreas)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR, 2017

Las plantaciones, como se puede observar en la Ilustración II.1, se ubican principalmente en la macro zona forestal, desde la región del Maule hasta la región de la Araucanía, mientras que los bosques nativos se encuentran en su mayor parte desde la región de Los Ríos hacia el sur.

Ilustración II.1: Superficie de plantaciones Pino Radiata, acumulada a diciembre de 2016 (ha)

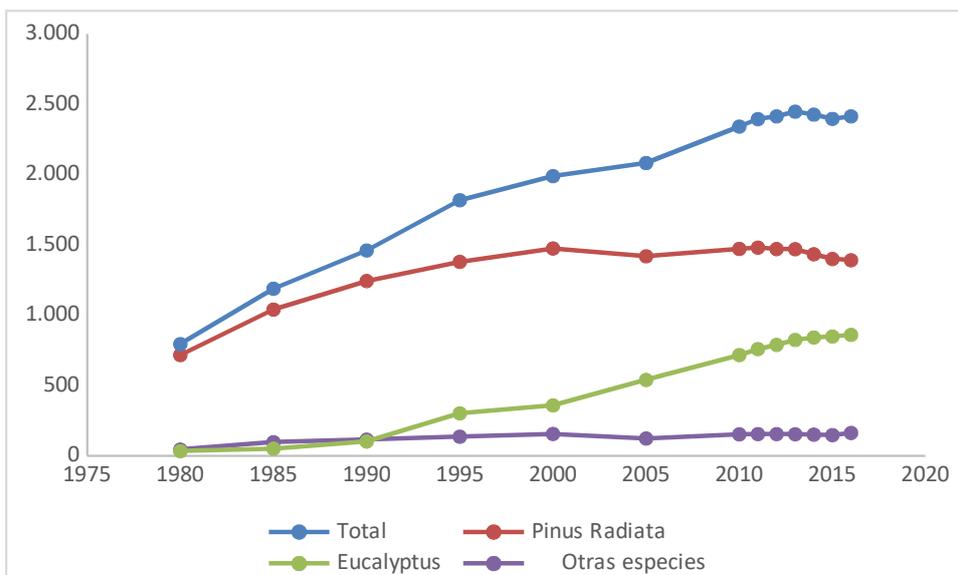


Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR, 2017

El Pino Insigne o Radiata proviene de los bosques de California y fue introducido en Chile a finales del siglo XIX. Es una madera de rápido crecimiento y posee una buena adaptabilidad a las zonas húmedas, por lo que Chile se ha posicionado como un gran productor de esta especie. Entre los diversos usos que se le puede dar, está el de madera para la obra gruesa y estructura bruta de construcciones, muebles, pulpa de celulosa, tableros y contrachapados, entre otros.

En Chile, como se observa en el Gráfico 10, en el año 1980 existía un total de 794.510 ha de bosque plantado, de las cuales el 90,2% correspondía a Pinus Radiata. Para el año 2016 la superficie total de bosque había aumentado a 2.414.208 ha, de las cuales el 57,6% corresponde a esta especie, la que aumentó en 94%. A partir del año 2011 esta especie muestra un descenso en su superficie de plantación.

Gráfico II-10: Superficie de plantaciones forestales acumulada a diciembre de cada año (miles ha)

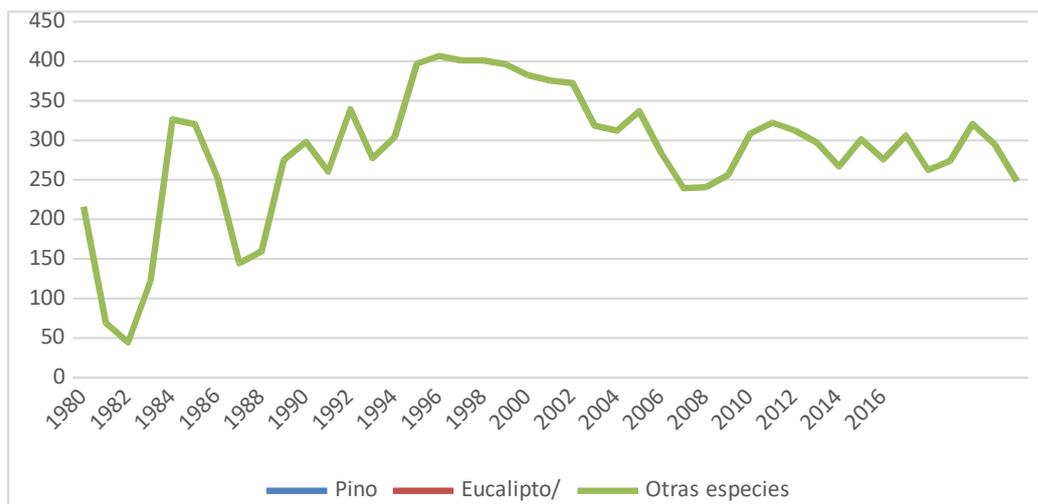


Fuente: INFOR, Anuario Forestal, 2018

II.3.1 Producción y consumo interno de madera aserrada

La participación del Pino Radiata en la producción de madera aserrada supera el 96% y está en continuo crecimiento, en especial a partir de los años 90, donde se empieza a ver parte de los frutos del impulso que dio Chile al desarrollo forestal a través del Decreto de ley 701, del año 1974, en el cual se establecieron una serie de incentivos a la actividad forestal. En el Gráfico II.11, podemos observar, además, que el crecimiento en las últimas décadas ha pasado de 1.012 mil m³, en el año 1982, a 8.015 mil m³, en 2007, para luego tener una reducción durante la crisis del año 2008 y recuperar el nivel que existía antes de la crisis en 2016.

Gráfico II-11: Producción de madera aserrada por especies (miles de m³)



Fuente: Elaboración propia con datos de INFOR, Anuario Forestal 2018.

En la Tabla II.13 se muestra la producción, comercio y consumo de madera aserrada. En el año 1975 la producción era de 0,96 millones m³, de los cuales 0,26 millones m³ se exportaron. Para el año 2016, la producción total fue de 8,45 millones m³, de los cuales 2,64 millones m³ fueron exportados; mientras que 5,8,7 mil m³ se destinaron a consumo interno, es decir, aproximadamente se exporta el 30% de la madera producida y el 70% restante se consume internamente.

Tabla II-13: Producción, comercio y consumo aparente de madera aserrada (miles de m³)

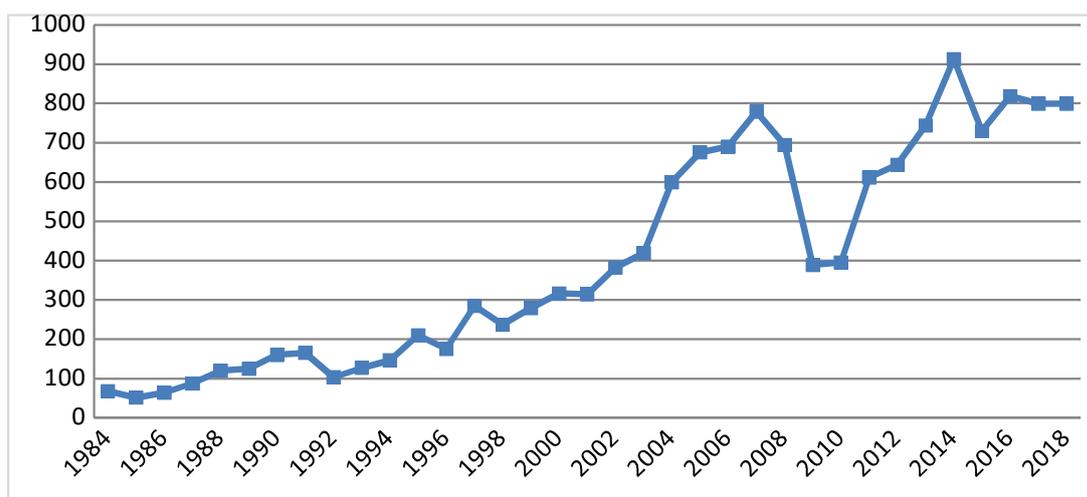
Año	Producción	Exportación	Importación	Consumo aparente
1975	960,0	256,5	...	703,5
1980	2.249,4	1.295,4	...	954,0
1985	2.190,6	706,0	...	1.484,6
1990	3.326,9	1.052,0	6,4	2.281,3
1995	3.801,8	1.238,1	5,2	2.568,9
2000	5.698,1	1.308,1	10,4	4.400,4
2005	8.298,4	2.596,2	24,6	5.726,8
2010	6.353,9	1.780,5	4,2	4.577,6
2015	8.372,2	2.468,4	2,8	5.906,6
2016	8.455,1	2.646,2	4,8	5.813,7

Fuente: Elaboración propia a partir de datos estadísticos del Instituto Forestal

II.3.2 Exportaciones chilenas de madera aserrada de coníferas

Las exportaciones chilenas de madera aserrada de coníferas muestran una tendencia creciente durante los últimos 25 años, como consecuencia del aumento de la producción generado por la creación de nuevas plantas, ampliaciones de capacidad industrial ya instalada y un mayor aprovechamiento de las trozas de pino. Las exportaciones alcanzaron su máximo en el año 2014, llegando a 2.870 millones m³, tendencia interrumpida únicamente durante la crisis económica (Gráfico II.12). A partir de dicho año se observa un menor dinamismo exportador, en todo caso, el crecimiento experimentado durante el período de estudio alcanza el 1.078%. Este comportamiento está muy relacionado con lo sucedido con las exportaciones a China, que durante el periodo 2010 -2017 aumentaron 135%, pero del 2010 al 2014, fueron del 210%.

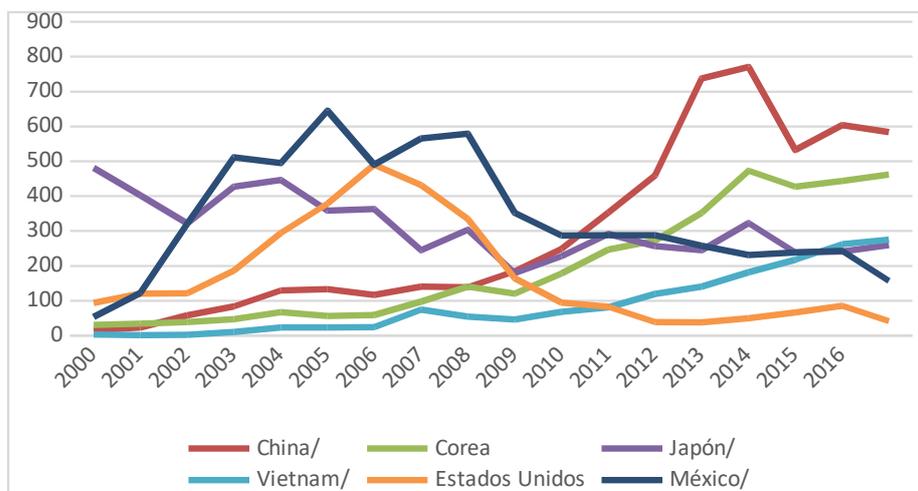
Gráfico II-12: Exportaciones chilenas de madera aserrada (millones U\$\$)



Fuente: Elaboración propia con datos de INFOR, Anuario Forestal 2018.

Según datos extraídos de la FAO, en 2018 Chile ocupó el octavo lugar entre los países exportadores de madera aserrada, representando el 3% del total. En el Gráfico II.13 se observa cómo ha cambiado el mercado de destino de la madera aserrada, en el que ha perdido protagonismo Estados Unidos y ha crecido Asia, en especial China, que ocupa ahora el primer destino de las exportaciones chilenas con una cuota del 23,4 % en 2017. En segundo lugar, aparece Corea con un 18,5%, al que siguen Vietnam y Japón con 11,0 y 10,4% respectivamente. En definitiva, es el continente asiático el principal destino de las exportaciones chilenas.

Gráfico II-13: Evolución del volumen exportado de madera aserrada de Pino Radiata por país de destino (miles de m³)



Fuente: Elaboración propia con datos de INFOR, Anuario Forestal 2018

II.3.3 Análisis de la cadena de producción de madera

Según las cuentas nacionales, el sector forestal se puede desagregar en cuatro actividades: silvicultura, producción de madera, fabricación de papel y fabricación de muebles. La más importante de estas actividades es la fabricación de papel, con una representación del 40%, que incluye la producción de celulosa, papel y productos del papel. Le sigue en importancia la producción de madera y productos de la madera, que contribuyen al sector forestal con el 31%. Luego viene el sector silvícola con 23% y finalmente la fabricación de muebles con un 6%. Al analizar la cadena de producción se distinguen cuatro grandes etapas, según se muestra en la Tabla II.14.

Tabla II-14: Principales productos por eslabón de la cadena de producción

ETAPA	PRODUCTOS PRINCIPALES
Silvicultura	Plantaciones de bosques
Producción Primaria	Trozas, desechos.
Industria Primaria de productos semielaborados de menor procesamiento.	Celulosa, Madera aserrada, madera cepillada, chapas
Industria primaria de productos semielaborados de mayor procesamiento.	Molduras y marcos, hardboard, OSB y partículas MDF y fibra, molduras y marcos, madera terciada.
Industria secundaria	Papeles y cartones, otros papeles, muebles, puertas y ventanas, elementos para embalaje, otros.

Fuente: Análisis de la cadena de producción, UdeC.

II.3.4 Producción y destino de la madera de Pino Radiata

El 51% del Pino Radiata se dedica a la producción de madera aserrada, seguida por la pulpa, con el 32%, tableros y chapas con el 13%. De la madera producida, el 68% se destina a consumo interno y se exporta el 32%; situación contraria a lo que pasa con la pulpa, en que el 85% se exporta y el 15% se destina a consumo interno. En los tableros y chapas el destino está algo más equilibrado, el 44% se exporta y el 56% es para consumo interno (Gráfico II.14).

Gráfico II-14: Flujo productos de madera de Pino Radiata, industria primaria, año 2017



Fuente: INFOR, Anuario Forestal, 2018

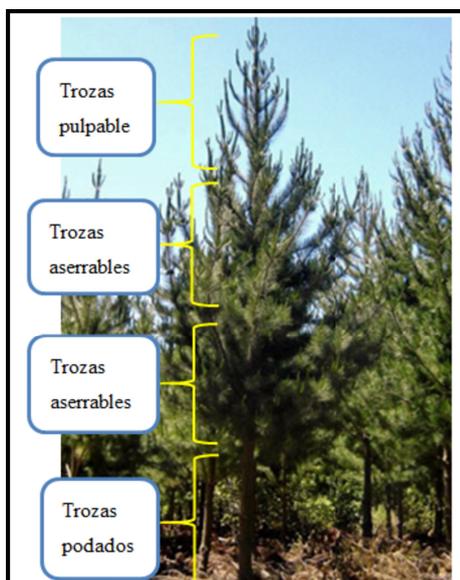
II.3.5 Proceso productivo de la madera de Pino Radiata

Del Pino Radiata se puede obtener madera y/o pulpa. Cuando el destino de las plantaciones es preferentemente la producción de pulpa y celulosa, la cosecha se realiza entre los 17 y 20 años, pero cuando su destino es maderable se espera hasta los 20 y 25 años. El proceso productivo de la madera se inicia con la troza (Ilustración II.2), como se explica a continuación:

Trozos pulpables: estas se encuentran generalmente en la parte superior del árbol, tienen un diámetro de 8 a 16 cm. y un largo estándar de 2,44 m., de las cuales se puede obtener finalmente pulpa de celulosa de fibra larga.

Trozos aserrables normales y clasificadas: las primeras se utilizan principalmente en la industria del aserrado y las clasificadas, que se encuentran en la parte media del árbol, se usan para manufacturas y tienen un diámetro entre 16 cm y 28 cm., las cuales son un poco más gruesas que las normales. Estas trozas no han sido podadas, por lo que de ellas se obtiene madera con nudos, que puede ser utilizada en la construcción en partes interiores de las edificaciones y para generar productos con mayor valor agregado; tales como molduras, piezas y partes de muebles, embalajes, parte interior de tableros y chapas, postes y polines. Se pueden obtener, en primer lugar, madera aserrada (verde o seca) y todos los demás productos de la madera de mayor valor agregado: madera dimensionada, madera cepillada, re-manufacturas y parte interna de los tableros de plywood.

Ilustración II.2: Productos del Pino Radiata



Fuente: Elaboración propia a partir de ODEPA, 2016

Trozos podadas de mayor calidad: se usan principalmente en la industria de la remanufactura y debobinado, tienen un diámetro mínimo de 28 cm. Su principal característica es que el árbol fue podado a temprana edad en esta parte del tronco, lo cual permite que los nudos se encuentren ubicados cerca del núcleo, dejando la mayor parte del tronco libre de los mismos. Debido a su mayor calidad (ausencia de nudos cerca de la corteza) y costo, son debobinadas y utilizadas principalmente en la

elaboración de productos de alto valor agregado y precio, como chapas, parte externa de tableros plywood y cajas. Después del debobinado, la parte central del tronco que queda como residuo puede utilizarse en la fabricación de polines (ODEPA, 2016).

Los residuos que se obtienen del proceso del aserrado y debobinado del Pino Radiata (principalmente astillas) pueden ser utilizados posteriormente para producir pulpa de celulosa y, en menor medida, tableros aglomerados; así como como combustible para producir calor (que puede usarse en el proceso de secado) o electricidad.

El proceso de producción de la madera aserrada¹ (Gráfico II.15) comienza en la cancha de rollizos, donde se realiza el proceso de selección por diámetro y calidad, a través del cual se le da el destino a las trozas². La primera división corresponde a la madera que es destinada al debobinado³ y la otra al aserrado. Dentro del proceso del debobinado se realiza una nueva clasificación de las planchas obtenidas, las que luego pasan por el proceso de secado para transformarse en paneles o tableros de contrachapado o aglomerados tipo MDF u OSB.

En cuanto al proceso del aserrado, se realiza una reclasificación entre madera húmeda y seca. La madera húmeda se reclasifica, ordena y queda lista para la venta. La madera seca se puede vender dimensionada⁴ y/o cepillada⁵.

1 Es la madera obtenida después de cortar los árboles cosechados en tablas de diferentes dimensiones

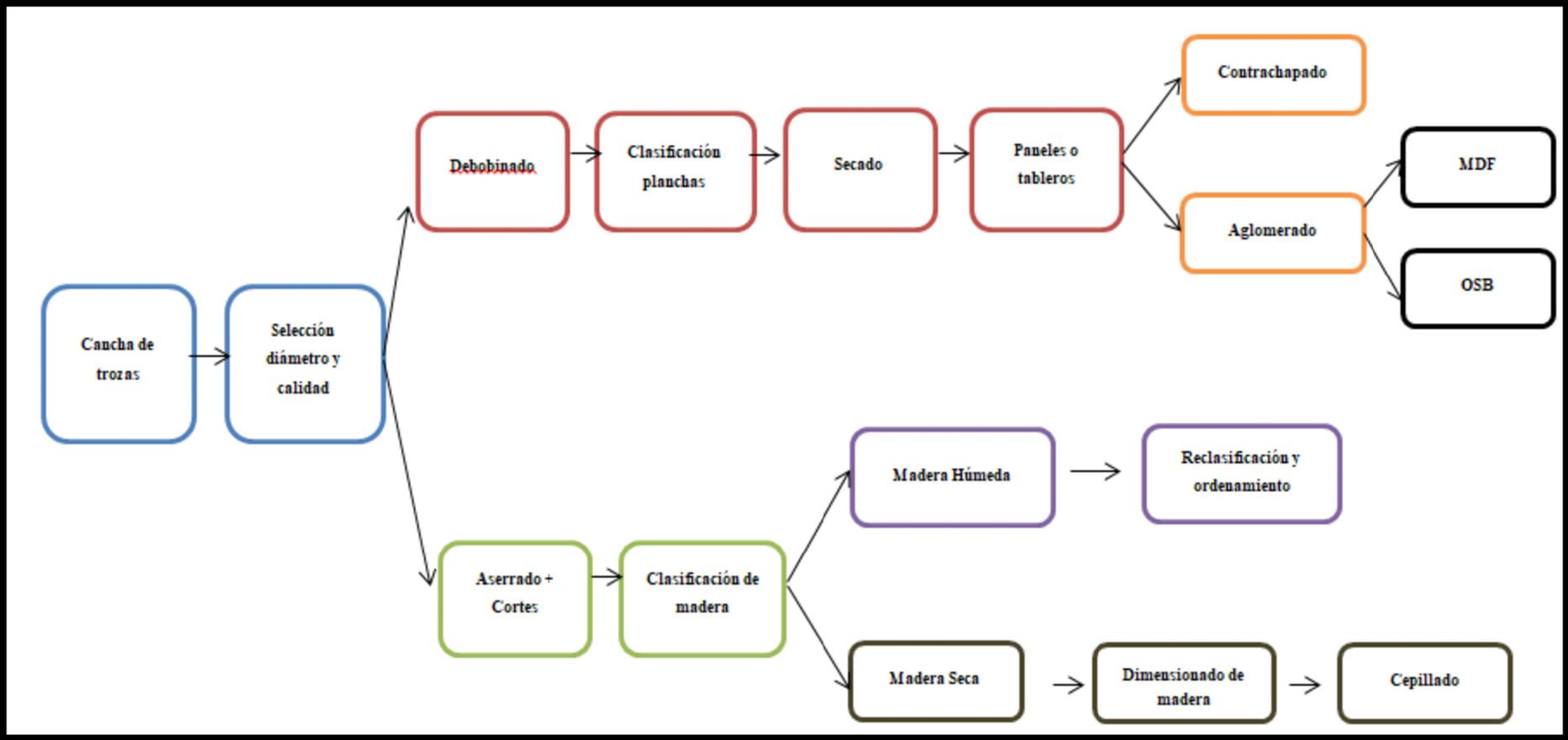
2 Una vez que el árbol haya sido talado y su copa y ramas hayan sido cortadas, el tronco generalmente es cortado a lo ancho en varias secciones de longitud normalizada (3 – 4 metros), los cuáles reciben el nombre de trozas de madera o rollizos.

3 Después del macerado, los rollizos de madera ablandada pasan a través de máquinas debobinadoras, donde se la hace girar a una velocidad determinada y constante contra grandes cuchillas, produciendo con esto un manto continuo de madera, conocido como lámina o chapa, de un espesor controlado por el operador y de un ancho definido por el largo del rollizo.

4 Puede ser madera verde o seca, se caracteriza por ser derecha y estable y tener medidas estándares. La madera verde es utilizada principalmente en la industria de la construcción. La madera seca es usada en la industria del mueble para la fabricación de largueros para camas, bastidores de puertas, entamborados y aplicaciones diversas, en la industria de la ebanistería y construcción

5 Es una madera seca dimensionada, la cual ha sido alisada o cepillada en sus cuatro caras o cantos para que no produzca astillas (la madera semielaborada es la que ha sido cepillada en sus dos caras mayores). Tiene uso similar a la madera seca dimensionada

Gráfico II-15: Proceso de la madera Aserrada



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de ODEPA, 2016

II.3.6 Mercado de la industria forestal

La principal especie de la industria forestal maderera chilena es el Pino Radiata, en la que existen dos mercados integrados verticalmente:

- a) El mercado silvícola, relacionado con la plantación, cosecha y venta de la explotación del Pino Radiata

En este mercado participan principalmente dos agentes: i) vendedores, que son los propietarios de las plantaciones; y ii) compradores, que son los aserraderos y/o intermediarios de las industrias productoras de madera y/o pulpa. El producto comercializado en este mercado corresponde a plantaciones forestales en etapa de cosecha, donde se producen las trozas o rollizos que resultan de cosechar una plantación y cortar cada árbol en sus distintos tipos de trozas pulpables y maderables. Es un mercado en el que existe fuerte complementariedad por el lado de la producción, ya que de un mismo árbol se obtiene madera y distintos subproductos, astillas y pulpa. Existen también distintas calidades de productos, dependiendo del manejo forestal al cual fueron sometidos durante su ciclo de crecimiento y del sitio donde fueron establecidas las plantaciones.

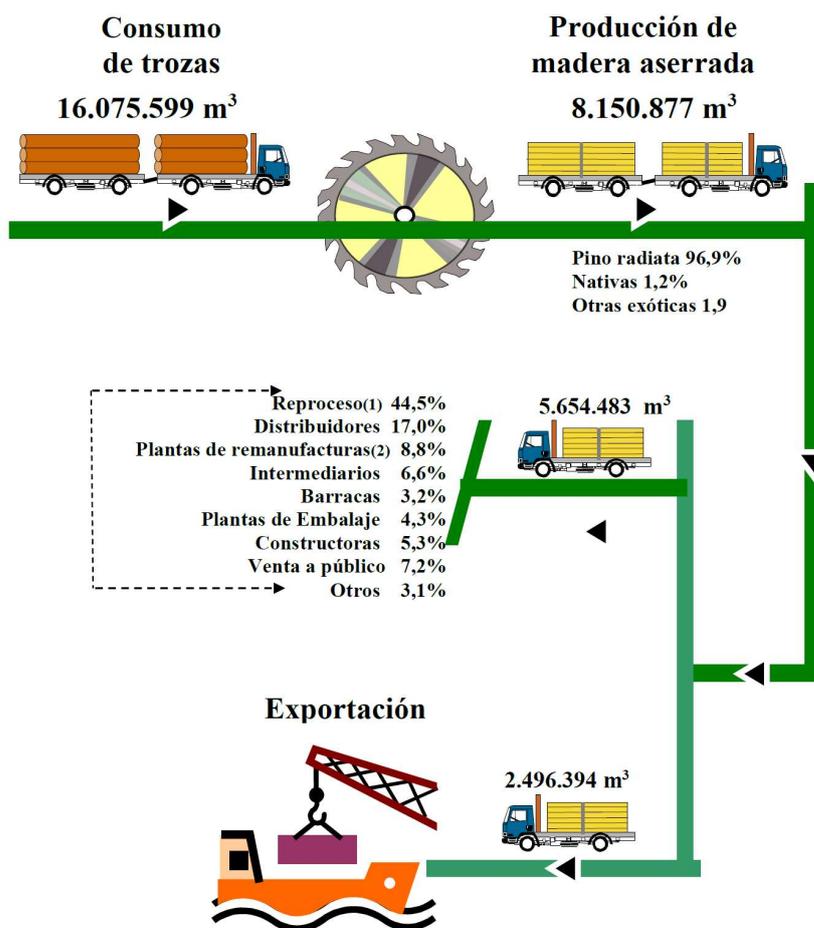
- b) El mercado maderero correspondiente a los productos derivados de la madera de Pino Radiata

En este mercado, actúan como primer vendedor los propietarios de las trozas, que son el insumo de los aserraderos productores de madera, para venderla en los distintos grados de elaboración (madera aserrada, dimensionada y cepillada). Los aserraderos pueden ser de tamaño pequeño, mediano o grande, dependiendo de su tamaño el nivel de integración es diferente. Los aserraderos pequeños, generalmente venden madera aserrada a las barracas, quienes, a su vez, venden estos productos directamente a consumidores finales. Los aserraderos medianos, por lo general realizan un mayor nivel de elaboración de la madera para posteriormente ser vendida a los consumidores finales. Los aserraderos grandes, en la mayoría de los casos, son dueños de toda la cadena productiva, por lo que pueden negociar sus productos directamente con la industria de la construcción sin intermediarios y elaborar además chapas de madera, tableros y remanufactura, producción que comercializan en el mercado interno, con grandes distribuidores o directamente a la construcción y fabricantes de muebles. También son estos aserraderos grandes, los que realizan la mayoría de las exportaciones madereras.

II.3.7 Organización del mercado de la madera aserrada

En el Gráfico II.16, se observa el flujo productivo de la industria del aserrado, apreciándose que del total de trozas que ingresan al proceso se logra aproximadamente un 50% de madera, de la cual se consume internamente un 70%. De este porcentaje se reprocessa el 44% y el resto se comercializa a través de distintos agentes comerciales, distribuidores, plantas de remanufactura, intermediarios, barracas, etc.

Gráfico II-16: Flujo Productivo Industria del Aserrío en Chile, 2017



Fuente: INFOR. La industria del aserrío 2018.

II.3.8 Características generales del mercado de la madera de Pinus Radiata.

Las principales características del mercado forestal chileno son: la concentración, la integración vertical y localización espacial de las plantas industriales. En relación a la primera de ellas se puede afirmar que la mayor parte del patrimonio forestal en Chile, tanto de la explotación silvícola, como los derivados de la madera, están controlados por 3 grandes empresas: Arauco, CMPC y Masisa.

En la Tabla II.15 se evidencia el elevado nivel de concentración que existe en la propiedad de las plantaciones y en especial de Pino Radiata. Sólo dos empresas son propietarias del 63,2% del total de las plantaciones, por lo que gran parte de la cosecha de sus plantaciones forestales se destina a abastecer su propio proceso productivo (aserraderos y/o producción de celulosa). Cuando tienen algún excedente de bosque maderable o trozas en un año particular, ya sea por calidad, precio o distancia, lo pueden vender a otros aserraderos mediante licitación de una plantación entera sin cosechar o por trozas maderables.

La estructura de mercado que mejor define a este sector es el oligopolio; dos empresas grandes y el resto del mercado formado por 10 empresas que pueden ser consideradas medianas y un gran número de aserraderos pequeños.

Tabla II-15: Hectáreas plantadas de Pino Radiata y Eucaliptus por empresa 2016 (miles ha)

Empresa	Pino Radiata	%	Eucaliptus	%
Forestal Arauco	551,50	40,0	164,05	19,0
CMPC (estimado)	317,19	22,5	170,79	20,0
Masisa	48,28	3,5	0,38	0,0
Otras	474,05	34,0	525,10	61,0
Total	1391,02	100,0	860,32	100,0

Fuente: Arauco, 2016, INFOR, 2017.

Con respecto a los niveles de concentración del volumen disponible de Pino Radiata y eucalipto (m³/ha.) que se proyecta a futuro para Chile, en la Tabla II.16 se muestran las participaciones de las empresas en dicho volumen, de acuerdo a su tamaño, para los años 2017 a 2040. Se puede apreciar que el volumen disponible esperado a futuro de Pino Radiata y Eucalipto se mantendría fuertemente concentrado en las grandes empresas.

Tabla II-16: Concentración del volumen disponible de Pino Radiata, por tamaño empresa, proyección años 2017-2040 (millones de m³ssc/año)

Años	Total proyectado (m ³ ssc)	Empresas grandes (%)	Empresas medianas (%)	Medianos propietarios (%)	Pequeños propietarios (%)	Total (%)
2017-2019	28,99	80,6	2,2	5,7	11,5	100,0
2020-2022	28,99	84,0	1,6	5,4	9,0	100,0
2023-2025	28,98	71,2	1,9	10,0	16,9	100,0
2026-2028	28,98	70,4	2,7	9,7	17,2	100,0
2029-2031	28,99	81,8	2,2	6,5	9,5	100,0
2032-2034	28,15	76,6	0,3	11,2	11,9	100,0
2035-2037	28,97	69,7	2,6	13,1	14,6	100,0
2038-2040	28,93	78,6	1,7	7,3	12,4	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a Informe de Disponibilidad de Madera de Plantaciones de Pino Radiata y Eucaliptus INFOR.

La localización espacial de las plantas industriales se ubica principalmente en las regiones del Biobío, Ñuble, Maule y Araucanía, en cuyas zonas geográficas ocurre la concentración de la producción y transformación de productos madereros, por lo que los costos de traslado juegan un rol importante en un mercado principalmente interno que se extiende a lo largo de un país de 4.329 Km. de longitud.

II.3.9 Mercado interno de la madera

La madera aserrada es un producto de consumo preferentemente interno, lo que influye en el poder de mercado que ejercen las grandes empresas al momento de la compra de productos o subproductos a las pequeñas empresas. La producción de madera se concentra en los aserraderos de mayor tamaño. Según el Informe del Aserrío 2017 (INFOR, 2018), en el año 2016 los aserraderos denominados muy grandes (producción sobre los 300.000 m³/año) sumaron seis establecimientos, que en total produjeron alrededor de 1,9 millones m³; lo que equivale al 22,7% de la producción nacional de madera aserrada. Del mismo modo, si se agrupasen los aserraderos con rango de

producción sobre los 100.000 m³/año, el número de aserraderos subiría a 21 y la participación en la producción llegaría al 56,2%. En los aserraderos medianos (entre 10.000 y 100.000 m³) se produce el 28,3% y el 15,5% restante en los aserraderos pequeños. Para el año 2016, de los 1.101 aserraderos que existían, 895 tenía una capacidad de producción menor a los 5000 m³.

II.3.10 Principales empresas de aserrío

En la Tabla II.17 se puede apreciar el consumo de trozas de madera por parte de los aserraderos durante el año 2017, por tamaño de producción del aserradero y procedencia de la madera. La procedencia principal de las trozas de madera varía dependiendo del tamaño del aserradero. Los aserraderos muy pequeños (con producción menor a 3.000 m³ de madera al mes) se abastecen principalmente de compras a terceros, a grandes forestales y compras del vuelo y en menor medida de plantaciones forestales propias. Por el contrario, los grandes aserraderos (con producción mayor a 200.000 m³ de madera al mes) se abastecen principalmente de plantaciones forestales propias.

Tabla II-17: Consumo de madera en trozas por modalidad (miles m³ ssc)

Tipo de aserradero y Rango de producción	Maquila	Compra a grandes empresas	Compra a medianas empresas	Compra a pequeñas empresas	Bosques propios y coligados	Compra vuelo	Compra a empresa mandante
Total	27,32	1.993,89	2.313,60	2.449,78	7.444,48	1.414,16	432,37
Permanentes	2,14	1.990,61	2.290,11	2.171,31	7.392,49	1.343,90	385,10
Mayor a 300.000	-	-	-	-	2.235,34	-	-
200.001-300.000	-	-	-	350,35	3.732,08	9,47	-
50.001 - 100.000	-	289,04	224,04	28,58	192,44	323,10	-
20.001 - 50.000	-	635,56	749,02	409,19	421,90	253,29	-
10.001 - 20.000	-	269,29	468,28	318,76	180,09	65,01	-
5.001 - 10.000	-	107,58	406,61	475,05	181,67	206,71	32,26
<= 5.000	2,14	17,11	107,33	413,34	88,49	112,03	11,43
Móviles	25,18	3,28	23,49	278,47	51,99	70,26	47,27
5.001 - 10.000	-	-	-	-	18,74	-	-
3.001 - 5.000	-	-	-	46,94	-	10,88	8,85
1.001 - 3.000	3,26	1,31	7,19	75,66	8,39	18,16	19,69
Menor a 1.000	21,92	1,97	16,30	155,87	24,86	41,23	18,74

Nota: (-) representa que no hay consumo
Fuente: INFOR Industria del Aserrío 2018

El volumen de venta de trozas de Pino Radiata de grandes empresas podría permitirles ejercer cierto nivel de poder de mercado. Hay que considerar que para vender en el mercado de trozas de Pino Radiata existen barreras de entrada financieras importantes, debido a la gran cantidad de años (más de 18) que tienen que pasar entre la plantación y cosecha (rotación) de pino para recibir ingresos. Es por ello que en el corto plazo la oferta de trozas de Pino Radiata está determinada directamente por las plantaciones existentes, que están fuertemente concentradas en tres grandes empresas.

Para cerrar el ciclo de la compra de trozas de Pino Radiata en el mercado faltaría considerar la venta de trozas pulpables y desechos que no utilizan los aserraderos (y que obtienen al cosechar un bosque y aserrar las trozas maderables). En la Tabla II.18, se puede observar el ranking de las principales empresas del aserrado en Chile. La capacidad máxima de producción en el año 2017 fue de 8,86 millones de m³, correspondiéndole al grupo de las principales empresas el 43,3% de la capacidad máxima de producción nacional de la industria forestal; sin embargo, la participación de estas empresas en la producción nacional es superior, debido a que algunas de ellas operan diariamente a más de un turno lo que les hace elevar su producción a niveles superiores.

La empresa Paneles Arauco S.A. cuenta con ocho aserraderos distribuidos entre la región del Maule y la región de Los Lagos, con una capacidad máxima instalada a un turno de 1,42 millones de m³ (16% de la capacidad nacional) y es la principal empresa productora de madera aserrada en Chile. Le sigue CMPC Maderas, con cuatro plantas y una capacidad de 605 mil m³, lo que representa el 6,8% de la capacidad total. Forestal Santa Blanca se ubica en el tercer lugar con dos plantas con capacidad máxima total de 143 mil m³ y una participación del 1,6% de la capacidad nacional.

Durante el 2017, las principales empresas del aserrío exportaron el 78,5% de las exportaciones nacionales del rubro. Aserraderos Arauco concentra el 50,1% de dichas exportaciones, seguido por CMPC Maderas con el 15,1%, Masisa 7,8% y Forestal Tromen 5,5%.

Tabla II-18: Ranking de las principales empresas de aserrío 2017 (miles m³)

RAZÓN SOCIAL	CAPACIDAD INSTALADA m ³	EXPORTACIÓN (m ³)	
		Madera Aserrada	Productos Elaborados
TOTAL PAÍS	8.859,14	2.496,39	1.720,55
OTRAS EMPRESAS	5.025,19	509,72	882,19
PRINCIPALES EMPRESAS	3.833,95	1.986,68	838,36
Paneles Arauco S.A.	1.422,36	1.211,04	473,03
CMPC Maderas S.A.	604,80	375,29	174,20
Masisa S.A.	114,05	210,69	0,88
Forestal León Ltda.	134,30	0,16	3,32
Forestal Santa Blanca S.A.	143,88	0,63	9,88
Maderas Jaime Venturelli y Cía. Ltda.	99,36	1,89	3,24
Soc. de Manufacturas Timberni Ltda.	44,64	4,66	7,87

Fuente: Industria del Aserrío 2018, INFOR.

II.3.11 Principales empresas de aserrado y sus clientes

De acuerdo al Informe de la Industria del Aserrío 2018 (Tabla II.19), el reproceso de la madera ocurre principalmente en el interior de los mismos aserraderos que tienen integrados los procesos de remanufactura, embalaje, venta en barraca, etc. (en el mismo aserradero u otro lugar) y la mayor parte de los productos del reproceso (molduras, maderas finger joint, partes y piezas de muebles, puertas, ventanas, tableros encolados, etc.) es finalmente exportado como productos manufacturados.

La madera aserrada que se vendió en el mercado interno en el año 2017, fue cerca de 3,14 millones de m³, equivalentes al 38,5% de la producción nacional. Esta producción es comercializada por los aserraderos, a través de los siguientes canales: en primer lugar a grandes distribuidores (Sodimac, Easy, Chilemat y otros), luego a plantas de remanufacturas, le siguen los intermediarios, venta directa a público, barracas, plantas de embalajes, constructoras y otros canales menores. Cabe señalar que en el VII Catastro, realizado por INFOR el año 2017, se comenzó a incluir la pregunta sobre stock de madera aserrada, cuyo volumen es muy bajo, alcanzando a solo 6.531 m³.

Tabla II-19: Participación de mercado de aserraderos activos que consumen Pino Radiata en el mercado de la madera, por rango de producción año 2017

Rango de producción	Nº de aserraderos	Capacidad instalada a un turno	Producción (%)	Por destino			
				Exportación	Reproceso	Mercado Interno	Stock
Menor a 1.000	671	11%	2%	0%	1%	5%	1%
1.001 3.000	131	7%	3%	0%	2%	6%	0%
3.001 5.000	47	4%	2%	0%	2%	5%	0%
5.001 10.000	97	13%	9%	1%	6%	16%	0%
10.001 20.000	44	11%	8%	2%	8%	12%	0%
20.001 50.000	39	18%	15%	14%	11%	18%	70%
50.001 100.000	8	5%	7%	2%	8%	9%	30%
100.001 200.000	8	8%	14%	9%	22%	12%	0%
200.001 300.000	8	15%	25%	46%	18%	14%	0%
Mayor a 300.000	3	7%	15%	25%	20%	4%	0%

Fuente: Elaboración propia con datos del Informe Industria del Aserrío 2018. INFOR

III. CAPÍTULO III: CONVERGENCIA DEL MERCADO INTERNACIONAL DE LA MADERA ASERRADA

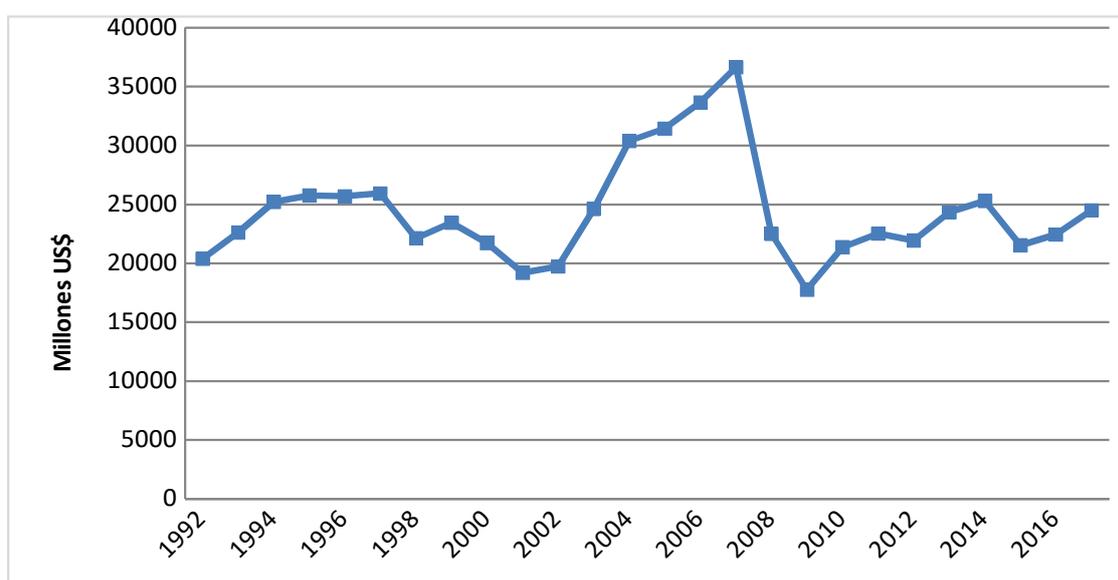
III.1 Introducción

En el capítulo anterior hemos visto un panorama general del mercado mundial de la madera aserrada y se han descrito los principales exportadores e importadores. En este capítulo profundizamos en uno de los dos grandes objetivos que nos planteamos en este trabajo que es analizar el comportamiento de los precios mundiales de exportación de madera aserrada. Tratamos de ver si los mercados mundiales caminan hacia una mayor integración, lo que implicaría que la evolución de los precios es similar y que las diferencias existentes simplemente se deben a las diferencias en los costes de

transacción. En otras palabras, si los precios mundiales convergen hacia un precio único o si por el contrario, el mercado se encuentra segmentado en diversos clústers. En este último caso, trataremos de determinar los factores que explican la inclusión de un país en un determinado clúster.

Como mencionamos en el capítulo anterior, el mercado mundial de madera aserrada, en valor ha venido creciendo de manera sostenida en los últimos años (Gráfico III.1), si bien con oscilaciones significativas asociadas a la crisis del precio de las materias primas que tuvo lugar en el año 2008. Uno de los factores más dinamizadores ha sido la irrupción de China en el mercado mundial, que se ha convertido, como comentamos, en el segundo importador mundial, detrás de Estados Unidos. Por el lado de la oferta, también han contribuido a este crecimiento el resurgimiento de la Federación Rusa y otros países en desarrollo, el aumento de plantaciones de árboles de crecimiento rápido y las mejoras genéticas y tecnológicas que han permitido un significativo aumento en la producción de recursos forestales.

Gráfico III-17: Exportaciones de madera aserrada en el mundo (millones de dólares constante)

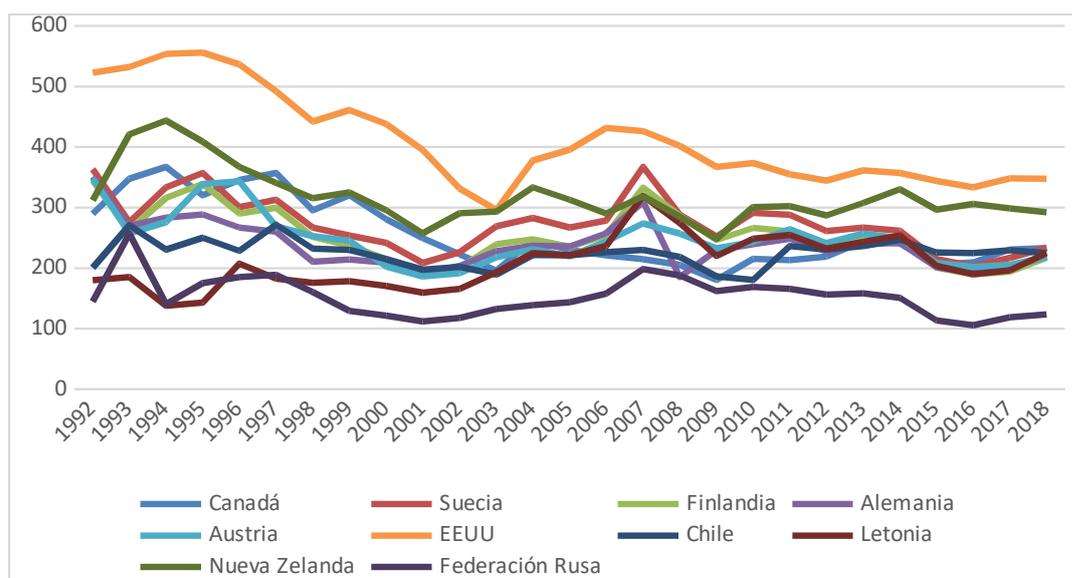


Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

En el Gráfico III.2 se recoge la evolución del precio de exportación (en términos reales) de madera aserrada de los 10 principales países exportadores que fueron identificados en el capítulo anterior. Como se puede apreciar, no existe un claro patrón en cuanto al comportamiento de los diferentes precios, si bien se puede destacar que a lo largo del período considerado el precio de Estados Unidos se mantiene como el precio más

elevado, mientras que el precio más bajo corresponde a la Federación Rusa. Lo que sí parece apreciarse es una reducción de la dispersión de precios a lo largo del período de análisis, lo que podría indicar la existencia de un proceso de convergencia de precios relacionado con el aumento del comercio mundial. A esta cuestión vamos a tratar de responder en este capítulo a partir de un análisis de la evolución comparada de los precios de madera para los principales exportadores mundiales.

Gráfico III-18: Precios Exportaciones (US\$) Deflactados, Principales Países



Fuente: elaboración propia con datos de la FAO

Es habitual para ello analizar el cumplimiento de lo que se conoce como ley de precio único (Hänninen, 1998; Mutanen y Toppinen, 2007). Esta ley nos dice que en presencia de actividades de arbitraje eficientes y competencia perfecta, el precio de un bien tiende a igualarse en dos zonas geográficas diferentes, una vez ajustados, en su caso, los precios por el tipo de cambio. La única diferencia estriba en los denominados costes de transacción (entre los cuales el más relevante es el coste de transporte). Dado el interés que tiene esta ley, desde el punto de vista económico, no es de extrañar que exista una extensa literatura relacionada con su estudio y análisis. Los primeros ejemplos de este tipo de trabajos son los de Ardeni (1989) y Goodwin (1992), quienes emplean contrastes de raíz unitaria/cointegración para analizar el grado de integración de los mercados. A partir de estos trabajos la literatura es bastante prolija en ejemplos de este tipo de análisis y el mercado de la madera no se escapa a ellos, si bien se focalizan especialmente en los casos de Estados Unidos y de los países nórdicos. Así, podemos citar los trabajos de Buongiorno y Uusivuori (1992) que comparan la evolución de los

precios de exportaciones de pulpa y papel de Estados Unidos con respecto a 7 de sus principales compradores. De forma similar, Nagubadi et al. (2001) y Yin et al. (2002) estudian el mercado interno de los Estados Unidos. Por otro lado, Toppinen (1998) hace lo mismo para las regiones finlandesas, mientras que Mäki-Hakola (2002) estudia las relaciones entre los países bálticos. Hänninen et al. (2007) que estudian la transmisión de las variaciones de precio en los mercados de madera aserrada y trozas de los nuevos y antiguos países de la Unión Europea.

El análisis de estos trabajos arroja varias conclusiones interesantes. La primera, es que en general, los mercados de la madera y productos derivados presentan un alto grado de segmentación. La segunda, es que apenas existe evidencia de análisis del mercado general en el que se estudie el comportamiento de los precios de los principales exportadores. Por el contrario, los estudios se centran en análisis dentro de un mismo país o bien en la comparación de un limitado número de países, tal y como señalan Morales-Olmos y Siry (2015).

A pesar de sus diferencias en cuanto a las zonas geográficas de interés, los trabajos anteriores tienen en común el hecho de utilizar una metodología similar. Tal y como hemos mencionado, estos estudios se fundamentan en el análisis de las relaciones de largo plazo entre los precios, para lo cual emplean de manera exhaustiva todo el arsenal de contrastes de raíz unitaria y de cointegración.

Sin embargo, no es esta la única posibilidad existente. Una alternativa interesante y en cierto modo más novedosa en este tipo de estudios, consiste en investigar las relaciones entre los precios internacionales desde la perspectiva que ofrece un análisis de convergencia. Si los precios de un mercado convergen, se puede interpretar esta evidencia en favor del cumplimiento de la ley de precio único, por cuanto existe un “atractor” que es el que está guiando la evolución de todos los precios. Si, por el contrario, los precios divergen, no existe tal “atractor” y dicha ley no se cumple, debiéndose concluir que el mercado está segmentado. No obstante, en ese caso, es posible la existencia de diversos “atractores” que definan otros tantos valores de equilibrio sobre los que se agrupen los países incluidos en la muestra.

En este contexto, hay que señalar que aunque no se ha aplicado al análisis comparado de precios forestales, existe una gran tradición de este tipo de estudios de convergencia en economía. Desde los trabajos iniciales de Barro y Sala-i-Martin (1991, 1992), basado en el estudio eminentemente gráfico de los conceptos de σ -convergencia y β -convergencia,

pasando por los de Carlino y Mills (1996) o Bernard y Durlauf (1995), donde se define el concepto de convergencia estocástica, hasta llegar a los más recientes de Phillips y Sul (2007, 2009), que mejoran claramente las prestaciones de los anteriores al poder contrastar de forma directa la hipótesis nula de convergencia. Todos estos estudios han conformado una literatura ciertamente larga y extensa. Estos trabajos tomaron principalmente como referencia el estudio de la evolución del producto interior bruto de un conjunto de países o regiones; si bien, este análisis se ha ido extendiendo con posterioridad a otras variables, fundamentalmente precios, aunque no exclusivamente. Ejemplos del estudio de la hipótesis de convergencia para series de precios son los trabajos de Montañés y Olmos (2013), aplicado al análisis de los precios de la vivienda en Estados Unidos, Zhu et al (2016) que estudian el mercado de la Energía en China o Tzeremes y Tzeremes (2018) que analizan el precio del agua en Estados Unidos, sólo por nombrar algunos ejemplos de la vasta literatura relacionada con este tipo de análisis. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo que perseguimos en este capítulo es analizar las relaciones existentes entre los precios internacionales del mercado de la madera aserrada, prestando especial atención a la posible existencia de convergencia entre ellos o bien a la existencia de un marcado grado de segmentación, que haría que los precios se agruparan en torno a diversos valores de equilibrio.

A tal fin, el resto del capítulo se va a distribuir de la siguiente manera. En el siguiente apartado presentamos la noción de convergencia, así como los estadísticos que nos van a permitir contrastarla. El apartado 3 recoge los resultados que hemos obtenido al aplicar los contrastes de convergencia propuestos en Phillips y Sul (2007, 2009) al conjunto de precios que se han descrito y se han venido utilizando con anterioridad. Dado que se rechaza la hipótesis de convergencia en la parte final respondemos a dos cuestiones. La primera hace referencia a los determinantes de los precios de exportación, para lo cual se realiza una serie de contrastes de causalidad entre los precios de exportación y los de importación de los principales países importadores (apartado 4). La segunda, trata de caracterizar los diferentes segmentos que hemos encontrado y analizamos los factores que determinan que un país se encuentre en un determinado segmento o clúster (apartado 5). El capítulo termina con el resumen de las principales conclusiones a las que se han llegado.

III.2 Metodología

El objetivo de esta sección es el de presentar la metodología utilizada para contrastar la hipótesis nula de convergencia en los precios internacionales de la madera aserrada de conífera, los datos fueron extraídos de la FAO, de la sección producción forestal y comercio y corresponde a valores FOB promedio anual deflactados, de los exportadores más importantes del mundo. Como hemos comentado en la introducción el análisis de convergencia se remonta a los trabajos seminales de Barro et al. (1991) y Barro y Sala-i-Martí (1992), basados en los simples conceptos de σ -convergencia y β -convergencia, que se usaban para medir si una variable macroeconómica de referencia, normalmente el producto interior bruto de un conjunto de países, mostraba una senda de equilibrio a la que se aproximaba el conjunto de países. Estos análisis se basan en el estudio de sendos gráficos. Si se observa que la dispersión de las variables que estamos analizando disminuye a lo largo del tiempo, se entiende que existe σ -convergencia. Si se observa que los países con los valores de la variable en estudio más bajos al inicio de la muestra presentan tasas de crecimiento más elevadas que el resto, entonces se considera que existe β -convergencia.

Este tipo de técnicas, a pesar de su indudable utilidad, fueron criticadas en Quah (1993a, 1993b), quien demostró a partir de lo que se conoce como falacia de Galton, que la evidencia a favor de convergencia que se obtenía a partir de la aplicación de estos dos conceptos era infundada. Ello llevó a los investigadores a diseñar métodos alternativos para estudiar la existencia de convergencia de una manera más precisa. En este aspecto, debemos destacar las contribuciones de Carlino y Mills (1993, 1996), Bernard y Durlauf (1995), Evans y Karras (1996), Loewy y Papell (1996), Nahar e Inder (2002), Strazicich et al. (2004) y Carrion-i-Silvestre y Germán-Soto (2007). Todas ellas están muy relacionadas con el concepto de convergencia estocástica, asociado a Bernard y Durlauf (1995) y Carlino y Mills (1993, 1996).

Partiendo del trabajo de los últimos autores citados, el análisis de convergencia se basa en el estudio de la siguiente relación:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} (y_{i,t} - y_t^i) = \delta_i \quad i=1,2,\dots,N \quad t=1,\dots,T \quad (1)$$

donde $y_{i,t}$ representan la variable de la zona geográfica i sobre la que queremos medir la existencia de un proceso de convergencia, mientras que y_t^i es la variable objetivo a la que debe converger aquella, ambas expresadas sus respectivos logaritmos neperianos.

En los estudios iniciales, $y_{i,t}$ solía ser el producto interior bruto per cápita de un país o región, aunque posteriormente también se han considerado otras variables como el índice de desarrollo o incluso precios. Asimismo, la variable objetivo suele ser bien la media muestral de las variables incluidas en la muestra, o bien el valor total del país, cuando se analizan las regiones del mismo.

En este sentido, se dice que tenemos convergencia absoluta si ocurre $\delta_i=0$ en (1), mientras que es condicional siempre que δ_i sea diferente a 0. En este punto debemos señalar que el concepto de convergencia estocástica hace referencia al hecho de que las diferencias entre las diversas variables no son persistentes y que, por tanto, existen factores comunes entre los efectos de largo plazo. Por tanto, para determinar si existe convergencia, basta con estudiar las propiedades estocásticas de δ_i . Carlino y Mills (1993) proponen modelizarlo de la siguiente manera:

$$\delta_{it} = \mu_i + \beta_i t + u_{it} \quad i=1, \dots, N \quad t=1980, \dots, 2010 \quad (2)$$

donde los valores de los parámetros μ y β caracterizan toda la tipología de casos convergentes/divergentes. Así, si $\mu < 0$ y $\beta > 0$, entonces se puede decir que la región o el país está creciendo desde una situación peor que la de la zona de comparación, por lo que se puede decir que existe convergencia entre las dos. De manera similar, si tenemos que $\mu > 0$ y $\beta < 0$, entonces también tenemos un proceso de convergencia, por cuanto la variable del país/región está por encima del valor de referencia y decrece hacia él. Estos casos se pueden interpretar como ejemplos de β -convergencia en el sentido de Barro y Sala-i-Martin (1991, 1992). Frente a estos dos casos, podemos considerar aquellos casos en los que $\mu < 0$ y $\beta < 0$ o bien $\mu > 0$ y $\beta > 0$. En ambos se produce divergencia, por cuanto el país/región se encuentra por debajo/encima de los valores de referencia y la tendencia le lleva a ampliar esta distancia. Por tanto, ambos se deben entender como sendas situaciones de divergencia. Finalmente, en el caso de que $\beta=0$, entonces la distancia entre la región/país y la variable de referencia no cambia, lo que se puede entender como casos de convergencia débil.

Recientemente, el análisis de convergencia ha recibido un nuevo impulso gracias a la aparición de un nuevo método que elimina buena parte de las deficiencias de los estadísticos anteriormente utilizados. Es el caso de la propuesta recientemente publicada en Phillips and Sul (2007, 2009). Esta metodología tiene la ventaja que nos permite, en primer lugar, contrastar directamente la hipótesis nula de convergencia y, en segundo

lugar, si rechazamos esta hipótesis, podemos estudiar la presencia de clubes de convergencia, retomando este interesante concepto ya usado en Barro and Sala-i-Martin (1991). Además, esta metodología permite el uso de variables con diferentes propiedades temporales, incluyendo la presencia de tendencias no lineales, algo muy importante si tenemos en cuenta los resultados descriptivos.

Siguiendo a Phillips y Sul (2007) (PS en adelante), sea X_{it} la variable de interés (precios de exportación de la madera en nuestro caso), donde i representa la dimensión de corte transversal (el número de países que se incluye en el estudio), mientras que t es la dimensión temporal. Esta variable la podemos descomponer de la siguiente manera $X_{it} = \delta_{it} \mu_t$, donde μ_t es un componente común y δ_{it} es el idiosincrático. PS proponen contrastar la hipótesis de que el elemento idiosincrático tiende hacia un elemento común a todos los países. Esto supone estudiar que δ_{it} converge hacia δ . Para ello, estos autores primero definen la senda de transición relativa:

$$h_{it} = \frac{X_{it}}{N^{-1} \sum_{i=1}^N X_{it}} = \frac{\delta_{it}}{N^{-1} \sum_{i=1}^N \delta_{it}} \quad (3)$$

con el fin de eliminar el elemento común μ_t . Entonces, si la hipótesis de convergencia es cierta, h_{it} converge hacia la unidad. Al mismo tiempo, la variación de corte transversal, a la que denominaremos H_{it} , tiende hacia 0 cuando T tiende hacia infinito:

$$H_{it} = N^{-1} \sum_{i=1}^N (h_{it} - 1)^2 \rightarrow 0, \text{ donde } T \rightarrow \infty \quad (4)$$

Como consecuencia, PS contrastan la hipótesis de convergencia a partir de la estimación de la siguiente ecuación:

$$\log \frac{H_1}{H_t} - 2 \log [\log(t)] = \alpha + \beta \log(t) + u_t, t = [rT] + 1, \dots, T \quad (5)$$

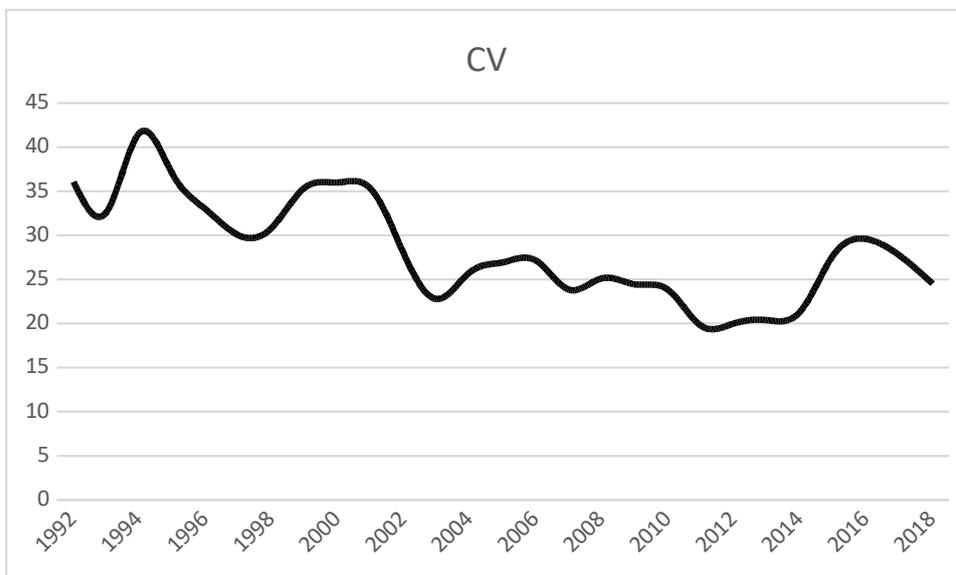
Donde r toma el valor $1/3$, siguiendo la sugerencia de PS. La ecuación (5) se le conoce habitualmente como la regresión log-t. Si hay convergencia, entonces para estudiar la existencia de convergencia basta con contrastar la hipótesis $\beta=0$. El uso de estimaciones robustas de la varianza permite controlar la posible presencia de autocorrelación/heterocedasticidad en la perturbación u , garantizando que el t-ratio para contrastar la hipótesis $\beta=0$ converja hacia una distribución normal. Dado que solo los valores negativos de β nos conducen al rechazo, entonces se suele emplear la parte izquierda de la distribución, por lo que se rechaza la hipótesis nula siempre que el t-ratio

sea menor que -1.65. Si esto se produce, podemos analizar la presencia de clubes de convergencia a partir de la aplicación del algoritmo de clusterización propuesto por Phillips y Sul (2009)⁶.

III.3 Análisis de convergencia en el mercado exportador de la madera aserrada de conífera

En primer lugar, el Gráfico III.3 muestra la evolución temporal del coeficiente de variación de la muestra. Se observa que el valor al inicio de la muestra (36.0) es prácticamente el mismo que en 2000 (35.2). Desde este periodo, se inicia un claro descenso que termina en 2011 con el valor de 19.7, prácticamente una reducción de la mitad del valor del coeficiente inicial. A partir de este año, sin embargo, la dispersión aumenta de nuevo hasta tomar valores próximos a 30 en el año 2016, periodo a partir del que vuelve a descender hasta un valor de 24.5 en el año 2018, último dato disponible.

Gráfico III-19: σ --convergencia



Fuente: elaboración propia

La interpretación de la evolución de este coeficiente en términos de convergencia no es sencilla. De un lado, es cierto que la dispersión final es aproximadamente un tercio de la observada al comienzo de la muestra. Desde este punto de vista, podríamos encontrar

⁶ Phillips and Sul (2007, 2009) y Panopoulou and Pantelidis (2013) pueden consultarse para tener una descripción del uso de este algoritmo.

evidencia de sigma-convergencia. Sin embargo, debemos tener en cuenta la evolución desde el año 2011, que ha hecho crecer sensiblemente el valor de este parámetro y, como consecuencia, disminuir la evidencia a favor de un proceso de sigma-convergencia. Para aclarar esta situación, parece adecuado utilizar otro tipo de estadísticos que permita analizar la existencia de convergencia de una manera mucho más conclusiva. Es el caso de la metodología PS previamente definida.

La Tabla III.1 (Panel I) muestra los resultados de la aplicación de la metodología PS para contrastar la hipótesis nula de convergencia en los precios internacionales del mercado de la madera. Como podemos observar, el valor del estadístico nos permite rechazar la presencia de convergencia, por lo que existe evidencia en contra de la existencia de un precio único en el mercado, lo que nos conduce a considerar que este mercado está claramente fragmentado.

Tabla III-20: Contrastes de convergencia (valores entre paréntesis t-ratios).

Panel I. Contraste de convergencia	
Contraste de convergencia de PS	-0.60 (-12.1)*
Panel II. Clubs de convergencia	
Clubes	Estadístico de PS
Club 1: Chile, USA, Letonia, Nueva Zelanda	0.37 (15.9)
Club 2: Alemania, Austria, Canadá, Finlandia, Suecia	0.53 (2.4)
Divergente: Rusia	

* significa el rechazo de la hipótesis nula de convergencia.

Fuente: Elaboración propia

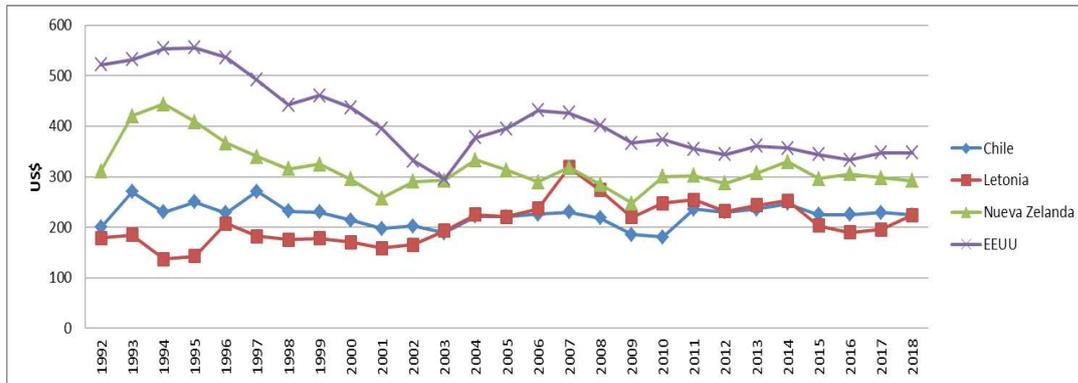
Esta tabla informa la estadística propuesta por Phillips y Sul (2007) para evaluar la convergencia. El término log-t representa un parámetro que es el doble de la velocidad de convergencia de este club hacia el promedio. t-stat es la estadística de prueba de convergencia que se distribuye asintóticamente como una prueba t simple de un solo lado con un valor crítico de -1.65 .

Los clubes informados se obtuvieron aplicando el algoritmo propuesto por Phillips y Sul (2007) que tiene como objetivo encontrar grupos de regiones con velocidades de convergencia similares al promedio. Los clubes adyacentes no deben unirse como lo sugiere la estadística PS.

Al rechazar la existencia de un único precio hacia el que tienden los mercados podemos contrastar si existen diversos clubes de convergencia, de manera que los precios de los países se aproximen a diferentes precios de referencia. Como se puede observar en el

panel II de la Tabla III.1, la aplicación del algoritmo de convergencia de Phillips y Sul (2009) muestra la existencia de dos clubes de convergencia estadísticamente diferentes. El club 1 (Gráfico III.4) incluye Chile, USA, Letonia, Nueva Zelanda.

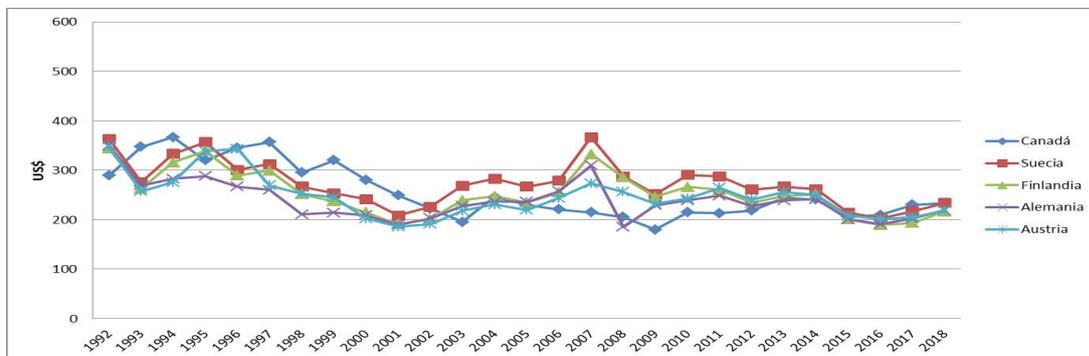
Gráfico III-20: Precios Club 1



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la FAO

Mientras que el segundo está compuesto por Alemania, Austria, Canadá, Finlandia, Suecia.

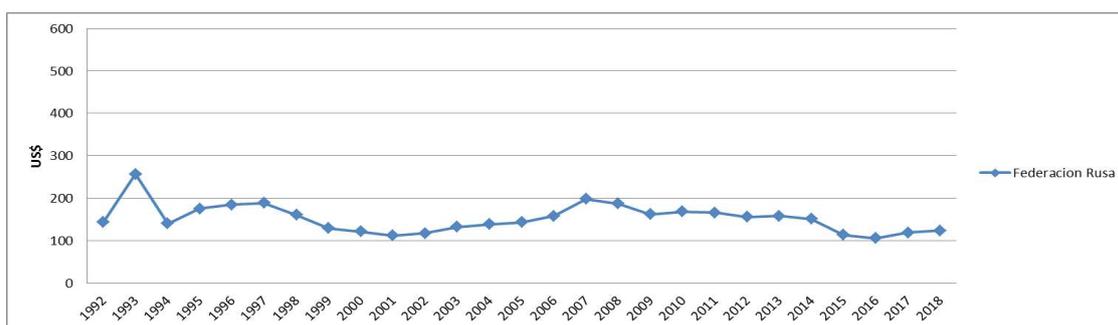
Gráfico III-21: Precios Club 2



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la FAO

Finalmente, Rusia no se puede incluir en ningún grupo, por lo que sus precios de la madera divergen con respecto al resto de los precios internacionales del mercado de la madera.

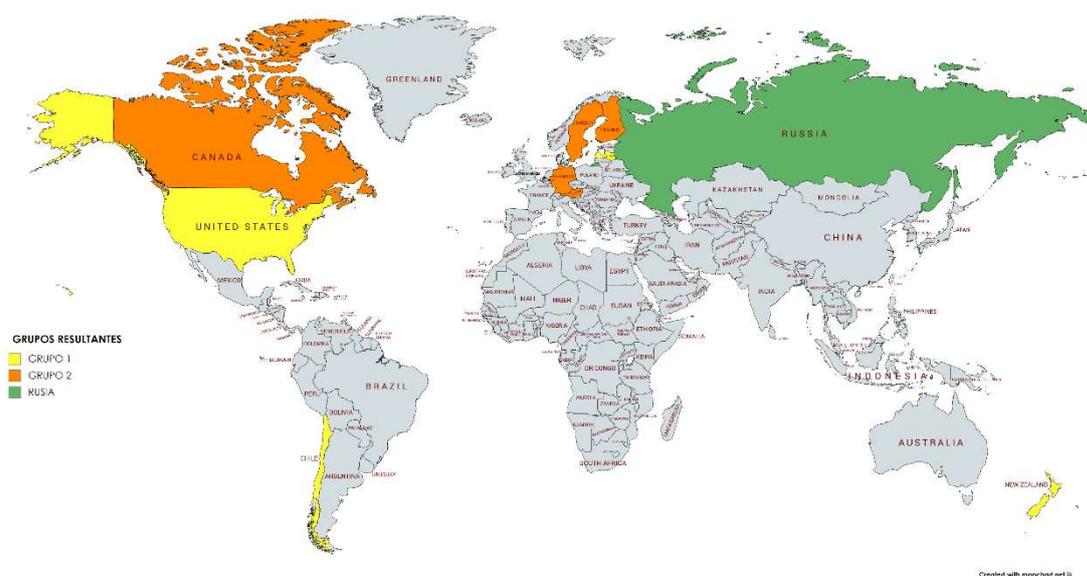
Gráfico III-22: Precios Rusia



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la FAO

De acuerdo con la Ilustración III.1, podemos observar que aparentemente, los grupos o clubes no obedecen a una situación geográfica.

Ilustración III.3: Grupos de países que convergen

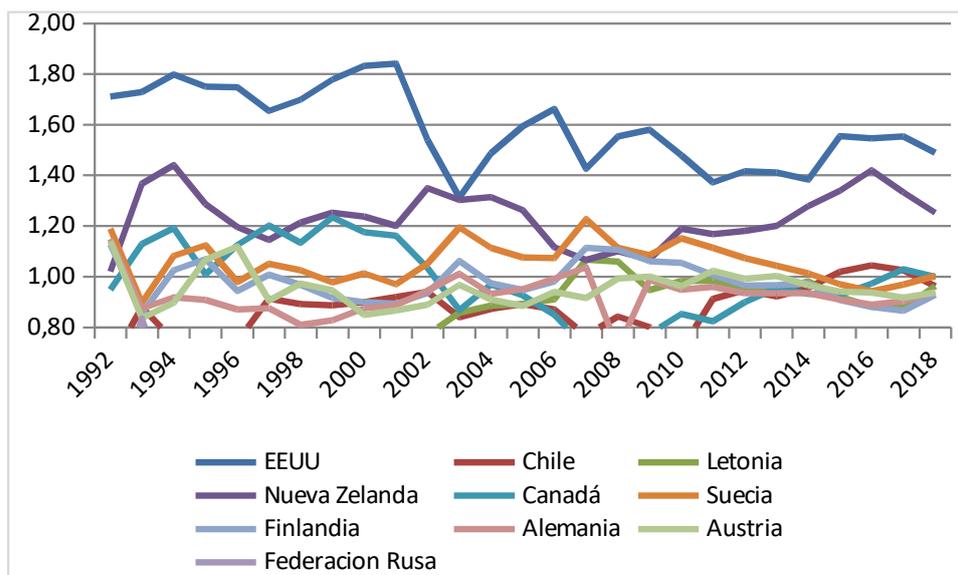


Fuente: elaboración propia

Para entender la formación de estos clubes, en el Gráfico III.7 se representan los diferentes valores de la variable h para el periodo 1992-2018. Como se puede observar, los valores de este coeficiente se agrupan en tres zonas muy diferenciadas. La primera, son los valores de los precios de USA y de Nueva Zelanda, que vienen a representar el límite superior. Frente a éstos, el límite inferior lo marcan los precios de la Federación Rusa. El resto presentan un valor del coeficiente h alrededor de la unidad. La razón para agregar a estos países al club 1 o al club 2 hay que encontrarla en la tendencia histórica que presentan. Mientras que los precios de Chile y de Letonia eran comparativamente

muy bajos en 1992 (valores de h de 0.7 y 0.6, respectivamente), en 2018 están claramente en la media del mercado ($h=1$). Por el contrario, los valores iniciales de Austria, Alemania, Canadá, Finlandia y Suecia muestran una dinámica diferente, ya que en dichos países los precios de la madera aserrada se han mantenido próximos a la media (caso de Canadá), o bien se han distanciado de sus posiciones iniciales, mostrando tendencias claramente negativas (Austria, Alemania, Finlandia y Suecia).

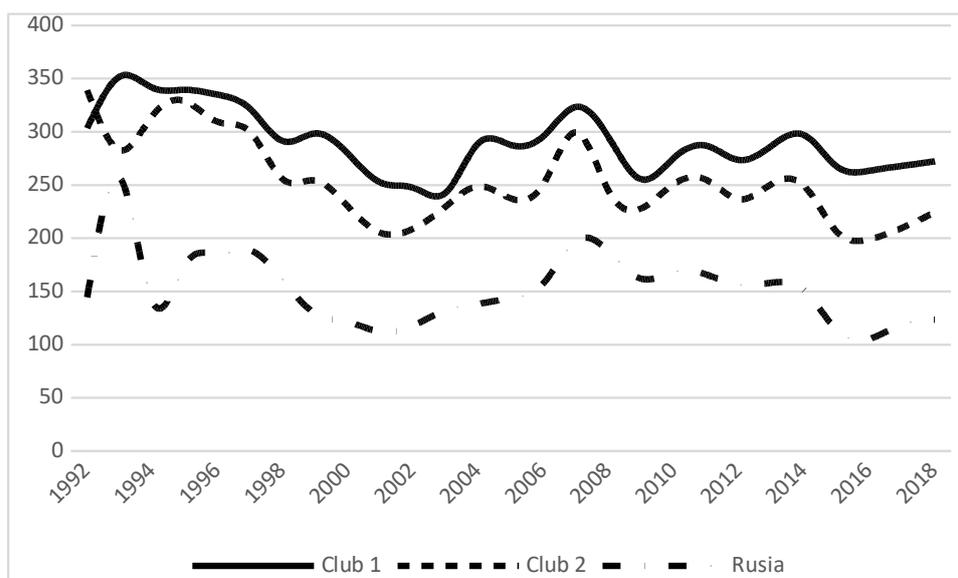
Gráfico III-23: Evolución de la variable de transición relativa



Fuente: elaboración propia

Otra manera de analizar la evolución de los precios internacionales de la madera es a partir del Gráfico III.8, donde hemos representado el valor medio de los precios de cada uno de los dos clubes, más los de la Federación Rusa. En este gráfico se observa como el precio medio de la madera de los miembros del club 1 es claramente superior al resto de los precios, excepto para el año de inicio de muestra, en el que los precios medios del club 2 son superiores. En todo caso, se observa que los precios medios de los clubs 1 y 2 tienen un comportamiento paralelo en los últimos años, siendo los precios medios del club 1, un 20% más elevados que los del club 2. También se observa que durante el periodo 2009-2013, claramente asociado a la crisis de los precios mundiales de las materias primas, los precios del club 2 se acercaron a los del club 1; si bien la salida del periodo de crisis supuso un nuevo distanciamiento entre los precios medios. Si comparamos los precios del club 1 con los de la Federación Rusa se observa una relación bastante estable en la que los primeros han sido el doble de estos últimos, con leves desviaciones a la baja en el periodo 2007-2013.

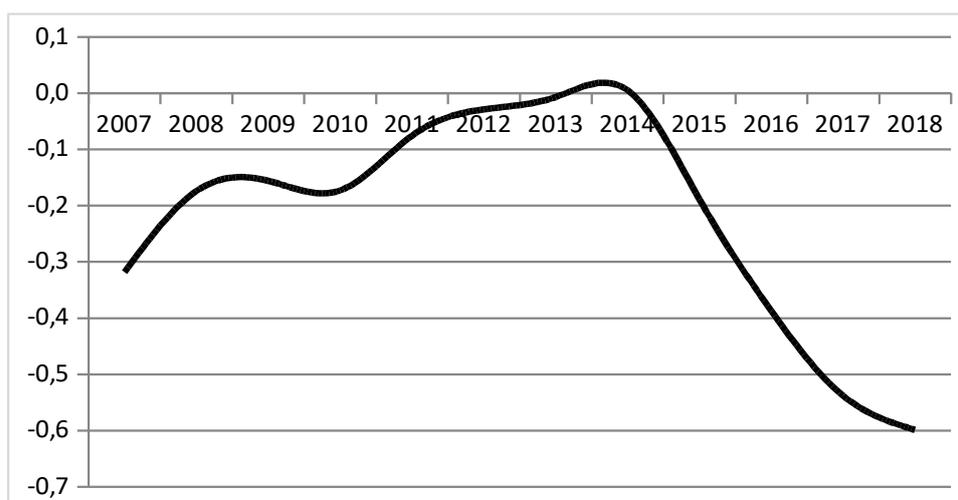
Gráfico III-24: Evolución de las series promedio de cada uno los clubes



Fuente: elaboración propia

Por último, como hemos visto en los análisis anteriores, parece que el periodo de crecimiento de la volatilidad en los mercados mundiales de materias primas ha alterado las relaciones entre los precios de la madera. Para comprobar estos extremos, hemos estimado de forma recursiva la ecuación (3) para las muestras 1992-x, donde $x=2007, 2008, \dots, 2018$. El Gráfico III.9 recoge la evolución del estimador del parámetro b. Como se puede apreciar, el valor estimado de este parámetro para la muestra anterior a la crisis de volatilidad de precios mundiales (1992-2007) es igual a -0.3 y su correspondiente t-ratio toma el valor de -7.6, lo que permite rechazar claramente la hipótesis de convergencia. Sin embargo, los siguientes valores son sensiblemente inferiores en valor absoluto, llegando a tomar un valor positivo en el año 2014, lo que hace imposible rechazar la presencia de convergencia. En realidad, el no rechazo de esta hipótesis se produce para el trienio 2012-2014. En estos años, los precios se han aproximado lo suficiente como para considerar que han convergido hacia un precio único. Sin embargo, la salida de la crisis ha hecho que los precios internacionales retomen sus inercias y la evidencia en contra de este precio único cada vez es mayor. Tanto es así, que si comparamos los resultados entre los años 2007 y 2018, se observa que la evidencia en contra de la hipótesis de convergencia es claramente superior en el último año de la muestra.

Gráfico III-25: Evolución temporal del estadístico de Phillips-Sul



Fuente: elaboración propia

El gráfico presenta los valores del estimador del parámetro β en la ecuación (3) cuando dicha ecuación se estima recursivamente para la muestra 1992-x, con $x=2007, 2008, \dots, 2018$.

III.4 Análisis de causalidad entre los precios de los diferentes clubes de países.

La aplicación de los contrastes de convergencia ha evidenciado la existencia de dos claros clubes de convergencia en el mercado internacional de la madera aserrada. Parece interesante ahora proceder a estudiar las interrelaciones existentes entre ambos clubes, en especial en lo que hace referencia a la posible relación de causalidad entre los mismos. Asimismo, se han considerado los precios de importación de los dos principales países importadores (Estados Unidos y China), ya que normalmente en mercados internacionales son los países importadores los que determinan la evolución de los precios de exportación.

Para analizar la presencia causalidad, podemos utilizar los estadísticos propuestos por Granger (1969). Siguiendo a este autor, dadas un par de variables (x,y) podemos contrastar la hipótesis nula de no causalidad a partir de la estimación del siguiente modelo:

$$x_t = \mu + \sum_{j=1}^p \alpha_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^p \beta_j y_{t-j} + u_t \quad (6)$$

donde u_t es un ruido blanco, por lo que el valor de p es el que nos garantiza las propiedades de la perturbación. El valor de este parámetro se puede estimar siguiendo

diversos procedimientos, aunque uno de los más utilizados es elegir el valor de p que minimiza el estadístico SBIC propuesto en Schwarz (1978). Por tanto, si queremos contrastar la hipótesis nula de que la variable y no causa a la variable x , entonces tendremos que constatar la hipótesis nula $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$ en el modelo anterior.

Sin embargo, este estadístico solamente es válido cuando las variables analizadas son estacionarias. Si son integradas de orden d ($d > 0$), entonces hay que recurrir a otras alternativas. Una de las más interesantes es la propuesta por Toda y Yamamoto (1995), que tiene la ventaja de que no es necesario conocer la existencia de cointegración entre las variables, aunque sí el orden de integración de las variables. Básicamente, la propuesta de los autores se basa en estimar el siguiente modelo:

$$x_t = \mu + \sum_{j=1}^{p+d_{\max}} \alpha_j x_{t-j} + \sum_{j=1}^{p+d_{\max}} \beta_j y_{t-j} + u_t \quad (7)$$

donde d_{\max} es el mayor orden de integración de las dos variables analizadas. Si comparamos ambos modelos, observamos que la nueva propuesta supone aumentar el modelo anterior con los d_{\max} retardos. Entonces, si queremos analizar si la variable y causa a la variable x , debemos contrastar la hipótesis nula $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$.

Para determinar el orden de integración de las variables, hemos utilizado el estadístico ADF-GLS propuesto en Elliot et al. (1996), donde el número de retardos se ha elegido siguiendo el criterio MAIC propuesto en Ng y Perron (2001). Como se puede observar, en la Tabla III.2, no se puede rechazar la presencia de una raíz unitaria en los precios, excepto para el caso de los precios de China. Incluso en este caso, este rechazo puede estar debido a la presencia de valores anómalos, tal y como se deriva de los resultados de Franses y Haldrup (1994) al analizar el efecto de outliers aditivos sobre los contrastes de raíz unitaria. En todo caso, este resultado no afecta al análisis de causalidad, en el sentido de que el valor de $d_{\max} = 1$.

Tabla III-21: Contrastes de raíz unitaria para los precios medios de los clubes de países

Variables	ADF-GLS
Club 1 (Chile, Letonia, Nueva Zelanda y Estados Unidos)	-2.31
Club 2 (Canadá, Suecia, Finlandia, Alemania y Austria)	-1.67
Federación Rusa	-1.98
Estados Unidos	-1.68
China	-6.11*

* Indica el rechazo de la hipótesis nula de raíz unitaria al 5%

Una vez determinado el orden máximo de integración, podemos estimar el modelo (7). Para ello, es necesario decidir el valor óptimo del número de retardos. Utilizando para su selección el criterio SBIC, propuesto en Schwarz (1978), el valor de p es igual a 1, excepto para el caso de la relación entre los precios de Rusia y China para el que el valor de p es 3. Con estas premisas, los resultados a los que hemos llegado se presentan en la Tabla III. 3.

Como se puede apreciar, los precios medios del Club 1 tienen un comportamiento claramente independiente, por cuanto ni son causados, ni causan a ninguno del resto de los precios considerados. Los precios medios del Club 2 sí que rechazan la hipótesis nula de no causalidad con respecto a Rusia y China. Por último, las relaciones entre los precios de Rusia, China y Estados Unidos son mucho más intensas que las anteriores, por cuanto podemos rechazar la hipótesis nula de no causalidad en 5 de las 6 combinaciones de estos tres valores (los precios de Estados Unidos no causan a los precios de Rusia). Por tanto, sus interdependencias son mucho más elevadas que las observadas entre los precios medios de los Clubes 1 y 2. Como se puede apreciar, la irrupción de China como uno de los principales países importadores ejerce una influencia notable en el mercado internacional de madera aserrada. En efecto, el precio de China causa el precio del resto de países y clubes, excepto para los del Club 1. Por otro lado, el precio de China se ve causado por el precio de exportación de Rusia, su principal proveedor de madera aserrada en el mercado internacional.

Tabla III-22: Contrastes de causalidad entre los precios medios de los diferentes clubes de países

	Club 1 (Chile, Letonia, Nueva Zelandia y Estados Unidos)	Club 2 (Canadá, Suecia, Finlandia, Alemania y Austria)	Federación Rusa	EEUU	China
Club 1	-	0.07	0.26	1.76	2.32
Club 2	2.85*	-	12.83**	0.11	18.53**
Rusia	0.06	0.00	-	6.15	10.15**
EEUU	0.00	0.38	0.16	-	8.07**
China	3.23*	0.41	9.90**	9.84	-

* se rechaza la hipótesis nula de no causalidad al 10%

** se rechaza la hipótesis nula de no causalidad al 5%

III.5 Factores determinantes de la pertenencia a los clubes

En los apartados anteriores hemos visto cómo entre los precios de exportación de madera aserrada no existe un proceso de convergencia, sino que pueden diferenciarse dos clubes. Asimismo, hemos analizado que es la demanda la que determina de la evolución de dichos precios, sobre todo la generada por los dos grandes importadores Estados Unidos y más recientemente, China. En este último apartado vamos a tratar de determinar cuáles son los factores que determinan la pertenencia a un determinado club.

El enfoque metodológico adoptado se basa en la estimación de un modelo logit en el que la variable dependiente es dicotómica, tomando el valor unitario, si dos países pertenecen al mismo club, y cero, en caso contrario. Dado que estamos trabajando con 10 países, el número total de observaciones asciende a 45. Las potenciales variables explicativas que se han considerado se han agrupado en cuatro grupos, cada uno formado por tres variables. El primer grupo hace referencia a la localización geográfica de los dos países considerados en cada relación, el segundo al comercio bilateral entre dichos países, el tercero está relacionado con la importancia relativa conjunta de los dos países respecto a las exportaciones mundiales de madera aserrada y el cuarto grupo considera las diferencias de precios existentes entre cada par de países. Las doce variables explicativas son las siguientes:

- Distancia, en km, entre las capitales de los dos países considerados en cada observación (DISTANCIA).
- Frontera compartida. Variable dicotómica que toma el valor unitario si los dos países comparten frontera, y cero, en otro caso (FRONTERA)
- Continente. Variable dicotómica que toma el valor unitario si los dos países pertenecen al mismo continente, y cero, en caso contrario (CONTINENTE)
- Volumen de comercio entre los dos países al inicio del período de estudio (media 1997-99) (COMERCIO 1997-99)
- Volumen de comercio entre los dos países al final del período de estudio (media 2015-18) (COMERCIO 2015-18)
- Variación en el volumen de comercio entre los dos países entre 1997 y 2018 (VARIACION COMERCIO).
- Cuota de mercado conjunta de los dos países al inicio del período de estudio (MEDIA 1992-94) (CUOTA 1992-94)

- Cuota de mercado conjunta de los dos países al final del período de estudio (media 2015-18) (CUOTA 2015-18)
- Variación de la cuota de mercado conjunta de los dos países entre 1992 y 2018 (VARIACION CUOTA)
- Diferencial de precios existente entre los dos países al inicio del período de estudio (media 1992-94) (DIFERENCIAL PRECIOS 1992-94)
- Diferencial de precios existente entre los dos países al final del período de estudio (media 2015-18) (DIFERENCIAL PRECIOS 2015-18)
- Variación del diferencial de precios existente entre los dos países entre 1992 y 2018 (VARIACION DIFERENCIAL PRECIOS)

Los resultados del modelo logit para explicar los principales factores determinantes de la pertenencia a un club se presentan en la Tabla III.4. La primera columna (Modelo 1) corresponde a la estimación del modelo completo (incluyendo la totalidad de las variables explicativas). Como se puede apreciar, ninguna de las variables ha resultado ser significativa al 5%, resultado esperado debido a la elevada multicolinealidad existente entre las variables definidas. A continuación, se han llevado a cabo tests para contrar la significatividad conjunta de las variables incluidas en cada grupo (localización, volumen de comercio entre países, cuota de mercado conjunta y diferencial de precios). Los resultados de dichos tests indicaron que las variables asociadas al volumen de comercio entre países no eran conjuntamente significativas, las de localización sólo al 10% y las de los dos grupos restantes lo eran al 5%.

Teniendo en cuenta estos resultados, el modelo 2 incluye las variables correspondientes a cuota de mercado y diferencial de precios únicamente. En el Modelo 3 se han incluido las variables de localización. Estos dos modelos se han estimado de forma secuencial introduciendo en cada paso las variables que resultaban ser más significativas. El ajuste del Modelo 2 es mejor que el del Modelo 3 (menor AIC), lo que indica que las variables de localización no influyen en la pertenencia a un determinado club y que son las de cuota conjunta de mercado y las de diferencial de precios las que determinan dicha pertenencia. Los resultados de dicho modelo indican que es el diferencial de precios existente entre países el que determina en mayor medida su pertenencia a un mismo club. De hecho, cuanto mayor es dicho diferencial al final del período de estudio, menor es la probabilidad de pertenencia a un mismo club, lo cual es coherente con lo que observamos en los Gráficos III.4, III.5 y III.6. En relación a la cuota de mercado,

aunque individualmente no resultan significativas, sí que lo son de forma conjunta, por lo que las hemos mantenido en el modelo. Los resultados son interesantes, ya que si bien, al principio del período de estudio, una mayor participación de los dos países en el comercio mundial aumentaba la probabilidad de pertenecer al mismo club, justamente ocurre lo contrario al final de dicho período, lo que se explica por el espectacular crecimiento de la Federación Rusa en el comercio mundial, que no pertenece a ninguno de los dos clubes de países identificados.

Tabla III-23: Principales determinantes de la pertenencia a un club.

VARIABLE DEPENDIENTE	PARAMETROS ESTIMADOS (ERROR ESTANDAR)					
	1		2		3	
DISTANCIA	0.00001	(0.0001)			-0.00004	(0.0001)
FRONTERA	0.906	(-2.322)			0.894	(-1.303)
CONTINENTE	0.279	(-1.350)			-0.482	(-1.181)
COMERCIO 1997-99	-0.00001	(0.00001)				
COMERCIO 2015-18	0.00001	(0.00001)				
VARIACION COMERCIO	-0.0004	(0.0003)				
CUOTA 1992-94	0.154	(0.118)	0.105	(0.073)	0.108	(0.076)
CUOTA 2015-18	-0.257	(0.181)	-0.170	(0.123)	-0.182	(0.129)
VARIACION CUOTA	0.002	(0.166)				
DIFERENCIAL PRECIOS 1992-94	-0.002	(0.011)				
DIFERENCIAL PRECIOS 2015-18	-0.020*	(0.011)	-0.016**	(0.008)	-0.019**	(0.009)
VARIACION DIFERENCIAL PRECIOS	-1.153**	(0.011)				
CONSTANTE	2.824	(-2.431)	1.147	(0.974)	1.726	-1647
Sensitivity	0.862		0.828		0.862	
McFadden R square	0.29		0.188		0.212	
Observations	45		45		45	
Log Likelihood	-22.059		-24.910		-24.633	
Akaike inf. Crit	70.118		57.821		63.267	

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Una de las limitaciones de la estimación del modelo anterior es el tamaño muestral (45 observaciones). Para corroborar la consistencia de los datos obtenidos, hemos procedido a reestimar el modelo mediante técnicas de bootstrapping (se han generado 100 muestras distintas a partir de la muestra original y se ha vuelto a estimar el modelo 2 de forma secuencial). La Tabla III.5 muestra la proporción de casos en los que cada covariable fue seleccionada y, por tanto, podría interpretarse como la importancia de cada una al momento de explicar la variable dependiente. Como se puede apreciar, de las 100 simulaciones realizadas, las variables CUOTA 2015-18 y DIFERENCIAL PRECIOS 2015-18 fueron seleccionadas en el 76% de los casos, seguidas por la variable CUOTA 1992-94 con 73%.

Tabla III-24: Covariables seleccionadas

COVARIABLES SELECCIONADAS	(%)
CUOTA 2015-18	76
DIFERENCIAL PRECIOS 2015-18	76
CUOTA 1992-94	73
DIFERENCIAL PRECIOS 1992-94	62
COMERCIO 1997-99	62
CONTINENTE	57
DISTANCIA	51
VARIACION CUOTA	51
VARIACION COMERCIO	47
COMERCIO 2015-18	39
FRONTERA	29

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, dado que el error muestral puede llevar a cambios en los signos de los parámetros estimados dependiendo del número de variables introducidas en el modelo, en la Tabla III.6 se recoge los resultados obtenidos, en el mismo ejercicio de simulación, en relación al porcentaje de casos en que cada parámetro aparece con un signo positivo o negativo. Como se puede apreciar, en el 83% de las simulaciones el parámetro asociado a la variable CUOTA 1992-94 apareció con un signo positivo, que coincide con el signo con el que aparece en el modelo seleccionado. Por el contrario, las variables DIFERENCIAL PRECIOS 2015-18 y CUOTA 2015-18, aparecieron en más del 90% de las simulaciones con signo negativo.

Tabla III-25: Resultado simulaciones

SIGNO COEFICIENTE	+ (%)	(%)
CUOTA 1992-94	83.56	16.44
COMERCIO 1997-99	72.58	27.42
FRONTERA	62.07	37.93
DIFERENCIAL PRECIOS 1992-94	61.29	38.71
COMERCIO 2015-18	51.28	48.72
VARIACION CUOTA	49.02	50.98
DISTANCIA	41.18	58.82
CONTINENTE	38.60	61.40
VARIACION DIFERENCIAL PRECIOS	6.90	93.10
CUOTA 2015-18	6.58	93.42
DIFERENCIAL PRECIOS 2015-18	6.58	93.42
VARIACION COMERCIO	4.26	95.74

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la significatividad estadística de cada una de las variables en el modelo seleccionado (Tabla III.7), se observa que la variable DIFERENCIA PRECIOS 2015-18 resultó significativa en el 42% de los casos, seguida por las variables CONTINENTE,

DIFERENCIAL PRECIOS 1992-94 y DISTANCIA, con 24,56%, 24,19% y 21,57%, respectivamente.

Tabla III-26: Significancia estadística de las variables

SIGNIFICANCIA ESTADISTICA	(%)
DIFERENCIAL PRECIOS 2015-18	42.11
CONTINENTE	24.56
DIFERENCIAL PRECIOS 1992-94	24.19
DISTANCIA	21.57
CUOTA 2015-18	19.74
VARIACION CUOTA	17.65
VARIACION DIFERENCIAL PRECIOS	17.24
COMERCIO 1997-99	16.13
CUOTA 1992-94	13.70
COMERCIO 2015-18	12.82
VARIACION COMERCIO	12.77
FRONTERA	10.34

Fuente: Elaboración propia

III.6 Conclusiones

En este trabajo hemos analizado la evolución del mercado internacional de la madera, tomando como referencia los precios de exportaciones para el conjunto de 10 países más relevantes, para una muestra que abarca el periodo 1992-2018. A partir del uso de los contrastes propuestos en Phillips y Sul (2007, 2009) se concluye que el mercado de la madera está segmentado, ya que podemos rechazar la hipótesis nula de convergencia, lo que equivale a decir que existe evidencia para rechazar la existencia de un único precio de referencia en el mercado. Por el contrario, el algoritmo de clusterización propuesto por estos mismos autores nos indica que existen dos clubes de convergencia, por lo que los precios internacionales del mercado de la madera se agrupan en torno a dos precios de referencia distintos, mientras que los precios de Rusia divergen. El club 1 está compuesto por los precios de Chile, Estados Unidos, Letonia y Nueva Zelanda, mientras que el segundo incluye los precios de Alemania, Austria, Canadá, Finlandia, Suecia.

Una vez detectada la existencia de comportamientos diferentes en el mercado, se han analizado las interacciones entre los precios medios de cada uno de los dos clubes, el de Rusia, así como los precios de importaciones de Estados Unidos y China. Los resultados señalan la relación entre los precios del club 2 con los de Rusia y China, que claramente dependen de aquellos. Asimismo, los mercados ruso, chino y estadounidense están

estrechamente ligados, si bien la dirección de la relación de causalidad no es clara por cuanto los respectivos precios se causan mutuamente.

En cuanto a los principales determinantes para la pertenencia a un mismo club, los resultados indican que son las variables relacionadas con el diferencial de precios existente entre países y, en menor medida, con la cuota de mercado conjunta de los países las que determinan dicha persistencia. Aquellos países cuyo diferencial de precios es menor tienden a mostrar evoluciones semejantes y a seguir procesos de convergencia. Asimismo, aquellos países que al principio del período de estudio mostraban una cuota conjunta de mercado mayor en el comercio mundial, tenían una mayor probabilidad de pertenecer a un mismo segmento; sin embargo, el signo de esta relación ha cambiado en el tiempo debido al fuerte crecimiento experimentado por Rusia, como país exportador y de China, como país importador; lo que ha supuesto un cambio sustancial en los flujos de comercio mundial de madera aserrada.

IV. CAPÍTULO 4: ASIMETRÍAS EN LA TRANSMISIÓN DE PRECIOS EN EL MERCADO DE MADERA ASERRADA EN CHILE

IV.1 Introducción

Una vez que hemos analizado las relaciones de precios existentes en el mercado mundial de la madera aserrada, en este capítulo abordamos el segundo de los grandes objetivos de esta tesis que consiste en analizar los procesos de transmisión de precios a lo largo de la cadena de madera aserrada en Chile. Tal y como vimos en el Capítulo 2, el mercado de la madera aserrada en Chile se caracteriza por una elevada concentración horizontal en la producción de madera y trozas, con una estructura de oligopolio dominada por dos grandes empresas que controlan más del 75% de la producción. Asimismo, existe un elevado nivel de integración vertical, con las mismas empresas participando en los diferentes eslabones de la cadena comercial: madera dimensionada a partir de las trozas para ser utilizada por los diferentes clientes (fábricas de muebles, constructoras...) y madera cepillada. Finalmente, como mencionamos en la

introducción, la mayor parte de la madera aserrada es para consumo doméstico, por lo que los precios de exportación, en principio, no deben jugar un papel relevante en estos procesos de transmisión; si bien este aspecto se analizará en la parte analítica.

El análisis de los procesos de transmisión vertical de precios no es nuevo. Existe una ingente literatura con enfoques metodológicos muy diversos, que se han ido actualizando con el paso de los años a medida que la econometría de series temporales iba evolucionando. Asimismo, la literatura ha analizado una amplia gama de productos, normalmente no diferenciados o commodities, en general relacionados con materias primas tanto renovables como no renovables, siendo las materias primas agrícolas y la relación precio del petróleo-gasolina a las que se ha prestado una mayor atención. Desde el punto de vista empírico, son tres las cuestiones a las que la literatura ha tratado de responder.

La primera cuestión está relacionada con un interrogante que se planteaba en los trabajos iniciales, a mediados de los 70, relacionados con los análisis de márgenes comerciales. Se trata de analizar hasta qué punto la cadena comercial es eficiente en la transmisión de precios; dicho en otras palabras, si la elasticidad de la transmisión de precios entre dos eslabones de la cadena es igual a la unidad. Se entendía que elasticidades iguales a la unidad reflejaban situaciones de competencia perfecta. Sin embargo, la literatura no es muy concluyente en este aspecto. Haynes (1977) demostró que la transmisión de precios a lo largo de la cadena comercial puede ser imperfecta (elasticidad de transmisión diferente de la unidad), incluso si se opera en condiciones de competencia perfecta en los diferentes eslabones de la cadena comercial. Para que esto ocurra, bastaría con suponer que existe una cierta sustitutibilidad entre los productos analizados y otros inputs productivos, lo cual es bastante plausible.

Evidentemente, elasticidades de transmisión de precios inferiores o superiores a la unidad también pueden producirse cuando existe competencia imperfecta en algunos de los eslabones de la cadena comercial, característica bastante habitual en los mercados como han demostrado Bhuyan y López (1995), para el caso de Estados Unidos. McCorrison y Sheldon (1998) llegaron a esta conclusión especificando un modelo asumiendo que los productores vendían sus productos a un sector transformador oligopolista que, a su vez, vendía a un sector detallista, también oligopolista.

Mead (1966) sostiene que los mercados de madera están más segmentados con una oferta relativamente inelástica en comparación con los mercados convencionales, lo que

resultará en una mayor interdependencia entre sus consumidores. Esto significa que los consumidores tienen una mayor posibilidad de coludir (directa o indirectamente) y suprimir los precios locales sin disminuir sustancialmente la cantidad total de materia prima suministrada al mercado, dado que un pequeño cambio en la demanda tendrá un gran efecto en el precio. Como consecuencia, los mercados de materias primas deben considerarse oligopolistas (Mead, 1966). Esta idea es también sostenida por Lowry y Winfrey (1974). Otros autores argumentan que los mercados de los productos forestales operan bajo competencia imperfecta debido al alto coste de transporte de la materia prima (Kumbhakar et al., 2012; Löfgren, 1992; Murray, 1995a, 1995b; Murray y Prestemon, 2003).

La segunda cuestión, relacionada con la anterior, hace referencia al análisis de las relaciones causales y si los procesos de transmisión son vía coste o vía demanda. Respecto a esta cuestión, en la literatura han surgido dos explicaciones alternativas: 1) algunos autores sugieren que el aumento de los costes de producción repercutirán en un aumento de los precios de la madera como materia prima que, a su vez, provocará un aumento de los precios en los diferentes eslabones corriente abajo (teoría del empuje del coste); y 2) otros autores sugieren que los excesos en la demanda inciden, en primer lugar, en los precios al consumo de productos transformados que, posteriormente, se traslada corriente arriba a los precios de la materia prima percibidos por el productor (teoría del tirón de la demanda). En cualquier caso, hay que reconocer que la magnitud de estas variaciones depende, en última instancia, de las elasticidades de oferta y demanda en los diversos mercados.

La tercera cuestión que se ha considerado en la literatura es la posible existencia de relaciones asimétricas entre los precios. El concepto de asimetría se asocia tanto a la magnitud como a la velocidad de respuesta de los diferentes precios a lo largo de la cadena. Aunque la existencia de asimetrías en la transmisión de precios no tiene por qué asociarse a mercados ineficientes, lo que sí parece claro, es que las respuestas rápidas y simétricas de los precios antes shocks inesperados, tanto de oferta como de demanda, suelen considerarse como representativas de mercados eficientes. Dado que la teoría económica tradicional se basa en la existencia de ajustes simétricos en el proceso de transmisión de precios (sea verticalmente como horizontalmente), el conocimiento que se ha ido obteniendo sobre la posible existencia de asimetrías procede de la acumulación de análisis empíricos. A partir de dichos trabajos, son numerosas las

posibles causas que los investigadores han identificado para explicar la existencia de relaciones de precios asimétricas (Meyer y von Cramon-Taubadel, 2004; Ben-Kaabia y Gil, 2007). Entre las más comunes, podemos destacar: el poder de mercado del sector detallista (Bailey y Brorsen, 1989; Griffith y Piggott, 1994; entre otros⁷) o los costes de ajuste a nivel detallista (Chavas y Mehta, 2004). Los costes de ajuste aparecen cuando las empresas cambian las cantidades y/o precios de los inputs y/o outputs. Los costes asociados a cambios frecuentes y las incertidumbres sobre si estos cambios serán permanentes o transitorios podrían resultar en una transmisión incompleta de precios. Azzam (1999) demostró que, si los agentes económicos incurren en costes a la hora de cambiar los precios, los cambios en los precios de los inputs deberán superar un determinado umbral para poder motivar cambios en los precios de los outputs. Recientemente, McLaren (2015) desarrolló un marco teórico para explicar la existencia de dinámicas de precios asimétricas si existen curvas de costes marginales suficientemente convexas para los intermediarios del mercado, consistentes con el poder monopsónico que ejercen estos.

A pesar del interés que ha despertado el análisis de la transmisión de precios en mercados de materias primas, son muy escasos los trabajos que se han realizado en el mercado de la madera. Luppold y Baumgras (1996) y Luppold et al. (1998) pueden considerarse como los pioneros que analizan los márgenes de precios entre el precio de la troza de madera y la madera aserrada en Ohio (USA). Sin embargo, no consideran la posible existencia de asimetrías y relaciones dinámicas no lineales y consideran un modelo bivarante. Zhou y Buongiorno (2005) utilizaron un enfoque similar, aunque en este caso el enfoque era multivariante, ya que consideraban todos los eslabones de la cadena. Posteriormente, Ning y Sun (2014), introducen el análisis de asimetrías en un modelo con tres precios: precio de árbol, troza y madera aserrada. Sin embargo, los análisis se hacen por pares de precios (enfoque bivariante). Por su parte, Koutroumanidis et al. (2009), utilizan un enfoque similar con sólo dos series para el caso de Grecia. Como se puede apreciar, los trabajos son escasos y sólo una parte analiza la posible existencia de asimetrías con modelos bivariantes especificados ad hoc. Sin embargo, no existe ningún trabajo previo para el caso chileno. Este capítulo

⁷ A pesar que, en la mayor parte de los trabajos, la existencia de asimetrías en la transmisión de precios se ha relacionado con comportamientos no competitivos, McCorrison et al. (2001) demostraron que esto no tenía por qué ser cierto siempre y que, en todo caso, había que tener en cuenta la relación entre poder de mercado y la existencia de economías de escala. Si la función de costes del detallista se caracteriza por la existencia de rendimientos de escala decrecientes, el efecto del poder de mercado se refuerza, provocando ajustes asimétricos. Sin embargo, en el caso de que la función de costes se caracterice por la existencia de rendimientos de escala crecientes, el efecto del poder de mercado se compensa, pudiendo aparecer ajustes simétricos.

constituye una novedad en la literatura, no sólo en la parte empírica sino también en la parte metodológica, como veremos en un apartado posterior.

Desde este punto de vista, las principales contribuciones de este trabajo son las siguientes:

- Proporciona un enfoque metodológico novedoso que tiene en cuenta, simultáneamente la posible existencia de asimetrías en la transmisión de precios, así como la posible no linealidad en la dinámica de ajustes.
- Adopta un enfoque multivariante, cuando la totalidad de estudios hasta la fecha que analizan asimetrías han utilizado enfoques bivariantes.
- Flexibiliza la posibilidad que los ajustes en las dinámicas de precios no estén supeditadas a los valores de la relación de cointegración, sino que la variable umbral puede ser cualquier otra variable estacionaria.
- Analiza específicamente las relaciones dinámicas a corto plazo, a través del cálculo de las funciones impulso respuesta, aspecto que rara vez ha sido considerado en la literatura previa sobre asimetrías en la transmisión de precios.

Para alcanzar el objetivo de este trabajo, en el siguiente apartado describimos el enfoque metodológico adoptado en este trabajo. La sección 3 aborda la descripción de las series de precios utilizados en este trabajo, así como el análisis de sus propiedades estocásticas; en concreto, si las series son o no estacionarias y si están cointegradas, lo que nos dará el modelo de partida sobre el cual se aplicará el enfoque metodológico descrito. La sección 4 presenta los resultados obtenidos. El capítulo finaliza con una serie de conclusiones.

IV.2 Enfoque metodológico

IV.2.1 Descripción del enfoque metodológico

Si bien la mayor parte de la literatura en los 90 y primeros años de la década del 2000 analizaban las asimetrías utilizando modelos lineales, en la actualidad, la mayor parte de los modelos que analizan la posible existencia de ajustes asimétricos en la transmisión de precios son de tipo no lineal. En particular, los modelos más utilizados son de tipo régimen cambiante, ya sea determinista y/o estocástico (switching regime models-SRM). Los SRM deterministas fueron utilizados en mercados agroalimentarios a finales

de los 90 y principios del 2000, sobre todo en el contexto de la transmisión de precios en mercados separados espacialmente (Baulch, 1997; McNew y Fackler, 1997; Barrett y Li, 2002; entre otros). Sin embargo, han sido los modelos estocásticos los más utilizados, entre los cuales destacamos los denominados modelos autorregresivos por umbrales, popularmente conocidos como modelos TAR (Threshold Autoregressive Model); los modelos de transición suave, desarrollados por Teräsvirta (1994) (Smooth Transition Autoregressive: STAR), y los modelos autorregresivos con regímenes cambiantes Markovianos “Markov Switching Autoregressive model, MS-AR” (Hansen, 1997).

Los tres tipos de modelos presentan características comunes. Todos tratan de describir distintos regímenes en la dinámica de una variable (o relación entre variables) en función de una variable de estado que se supone observable (TAR y STAR) o no (MS-AR). Estos modelos permiten el cambio endógeno de un régimen a otro de una variable a lo largo del tiempo o el cambio en una relación entre variables (diferencias de precios en dos eslabones de la cadena comercial o márgenes comerciales) asociados a situaciones particulares del mercado. Es decir, es la propia dinámica interna de la variable la que hace que dicha variable adopte un estado u otro, siendo los valores umbrales aquellas observaciones en las que acontece la transición de un régimen a otro. Dentro de estos tres tipos de modelos, probablemente, los modelos TAR han sido los más utilizados en los trabajos empíricos, dado que son relativamente más simples de especificar, estimar e interpretar que muchos otros modelos de series temporales no lineales (Hansen, 1996).

Tradicionalmente, el análisis de la transmisión de precios en la que explícitamente se considera la posibilidad de existencia de ajustes asimétricos entre los diferentes precios, se ha realizado bajo un marco estacionario, centrándose básicamente en las relaciones a corto plazo. Dicho enfoque constituye el marco adecuado para analizar el mecanismo de transmisión de precios a lo largo de la cadena comercial, siempre que las series de precios sean estacionarias. Sin embargo, la mayor parte de las series económicas son no estacionarias, si bien pueden existir entre ellas relaciones estables en el largo plazo (cointegración). Enders y Granger (1998) propusieron una metodología de cointegración que permitía ajustes no lineales y asimétricos. Basándose en esta idea, Balke et al. (1998); Lo y Zivot (2001) y Hansen y Seo (2000) propusieron, bajo la hipótesis de series cointegradas linealmente, especificar un Vector de Mecanismo de Corrección del

Error por Umbrales (TVMCE). Este modelo constituye el marco adecuado para contrastar la posible presencia de relaciones asimétricas en los procesos de transmisión de precios, que normalmente son no estacionarios. De ahí, que este enfoque haya ganado mucha popularidad recientemente entre los economistas agroalimentarios, ya que incorpora explícitamente el concepto de cointegración entre las variables del modelo, además de permitir un ajuste no lineal y asimétrico hacia el equilibrio a largo plazo.

Sin embargo, este enfoque no está exento de ciertas limitaciones. En primer lugar, siempre se asume que es la relación de cointegración la que condiciona el cambio de un régimen a otro (variable umbral). Por tanto, en el momento en que el modelo incluya más de una relación de cointegración, la especificación de este modelo se convierte en una tarea compleja, por no decir imposible. De ahí que la mayor parte de los trabajos se han limitado al análisis de relaciones bivariate. La segunda crítica a estos modelos radica en que los modelos de corrección del error con umbrales se basan en la hipótesis de que la transición, desde un régimen de precios a otro, se produce de forma inmediata o abrupta (se basa en la definición de una función discreta). En la medida que los modelos con umbrales se utilicen para captar el comportamiento económico agregado del mercado, el cambio de un régimen a otro tan sólo puede ser inmediato y discontinuo si los costes de transacción son homogéneos entre los diversos agentes económicos que participan en el mercado. Ahora bien, si estos costes difieren entre agentes, los ajustes serán mucho más suaves. Para superar estas limitaciones, Granger y Teräsvirta (1993), Teräsvirta (1994, 1998), y van Dijk et al. (2002), introdujeron el concepto de modelos de corrección del error con umbrales de transición suave (STVECM). Los modelos de transición suave se obtienen al reemplazar la función discreta (utilizada en TVECM) que mide el cambio de régimen por una función continua y monótona de transición suave.

Asimismo, los modelos STVECM son mucho más flexibles que los modelos con funciones de transición discreta, lo que les permite captar una gran variedad de comportamientos no lineales. En todo caso, la mayor parte de aplicaciones han considerado dos tipos de funciones de transición: la función logística y la función exponencial (van Dijk et al. 2002). Finalmente, otra ventaja de los modelos de transición suave radica en el hecho de que su estructura es más tradicional que la existente en otras alternativas no lineales, lo que permite adoptar sin problemas técnicas

de estimación e inferencia no lineal estándar. Además, al tratarse de modelos localmente lineales, su interpretación resulta más sencilla (Granger y Teräsvirta, 1993; Teräsvirta, 1994, 1998; van Dijk et al., 2002; y Sensier et al., 2002).

Un modelo de corrección del error con umbrales de transición suave y con k -variables, puede expresarse de la manera siguiente (Van Dijk et al., 2002):

$$\Delta Z_t = \left(\phi_{1,0} + \alpha_1 z_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \phi_{1,j} \Delta Z_{t-j} \right) (1 - G(s_{t-d}; \gamma, c)) + \left(\phi_{2,0} + \alpha_2 z_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \phi_{2,j} \Delta Z_{t-j} \right) (G(s_{t-d}; \gamma, c)) + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

donde $Z_t = (Z_{1t}, \dots, Z_{kt})'$ es un vector ($k \times 1$) de series de precios, en principio no estacionarias (aunque el modelo se podría especificar asimismo en un marco estacionario), $\alpha_i = (\alpha_{i1}, \dots, \alpha_{ir})'$, $i = 1, 2$ son matrices ($k \times r$) que representan la velocidad de ajuste en cada régimen i , de cada variable ante desviaciones de la relación a largo plazo existente entre dichos precios. La matriz $z_{t-1} = \beta' P_{t-1}$ de dimensión ($r \times 1$) contiene los términos de corrección del error estacionarios, y β ($k \times r$) contiene los parámetros de la relación de cointegración entre las variables del modelo. La dinámica de los precios a corto plazo viene representada por $\phi_{i,0}$, que son vectores ($k \times 1$), y $\phi_{i,j}$, $j = 1, \dots, p-1$ que son matrices ($k \times k$). ε_t es un vector k -dimensional de términos de error con media cero y matriz de varianzas y covarianzas Σ .

$G(s_{t-d}; \gamma, c)$ se conoce con el nombre de función de transición que depende de la variable de transición s_{t-d} (retardada d períodos) y de dos parámetros asociados γ y c . En los modelos de cointegración por umbrales, normalmente dicha variable suele ser el término de corrección del error retardado un período. Sin embargo, en los modelos de transición suave, dicha variable puede ser dicho término de error, pero también una variable endógena diferenciada (uno de los precios), o bien una variable exógena al sistema, siempre que sea estacionaria. El parámetro c es el umbral que traza la línea divisoria a partir de la cual comienza a materializarse el cambio de estado o de régimen. Es decir, determina la localización media de la transición (o umbral) de un régimen a

otro. El parámetro γ es el parámetro de suavidad que mide la velocidad de transición de un régimen a otro. La función $G(s_{t-d}; \gamma, c)$ es continua y toma valores comprendidos entre cero y uno.

Como se puede apreciar en la expresión 4.1, el modelo permite diferenciar entre dos regímenes asociados con los valores extremos de la función de transición: uno correspondiente a $G(S_{t-d})=0(i=1)$, y otro a $G(S_{t-d})=1(i=2)$. La transición de un régimen a otro es gradual y el régimen que ocurre en el período t es observable (para z_t ; c y γ dados) y puede ser determinado por $G(S_{t-d})$.

Como hemos mencionado anteriormente, tradicionalmente la función de transición se ha especificado bien como una función logística acumulada, lo que da lugar a un modelo de corrección del error con transición logística suave (LSTVECM), o bien como una función exponencial, lo que da lugar a un modelo de corrección del error con umbrales de transición exponencial suave (ESTVECM). La elección entre una u otra forma funcional se puede realizar utilizando una serie de contrastes estadísticos, que mencionaremos un poco más adelante.

El LSTVECM viene definido por la siguiente expresión (van Dijk et al., 2002):⁸

$$G(s_{t-d}; \gamma, c) = \left(1 + \exp\{-\gamma(s_{t-d} - c)\}\right)^{-1}, \quad \gamma > 0 \quad (4.2)$$

La expresión (4.2) refleja una función monótona creciente de s_{t-d} y siempre continua para cualquier valor de la variable de transición y se caracteriza por $G(-\infty) = 0$ y $G(\infty) = 1$. Esta función permite distinguir entre dos regímenes que reciben la denominación de alto y bajo. El régimen alto ocurre cuando $(s_{t-d} - c)$ es grande y positivo, ya que en este caso $\exp(-\gamma(s_{t-d} - c))$ tiende a cero y la función de transición (expresión 4.2) toma un valor uno. Por el contrario, el régimen es bajo cuando $(s_{t-d} - c)$ es grande y negativo, dado que $\exp(-\gamma(s_{t-d} - c)) \rightarrow \infty$ y $G(s_{t-d}; \gamma; c) \rightarrow 0$. También puede definirse un

⁸ Con el fin de evitar efecto de las unidades de medida de la variable transición se recomienda utilizar la función transición estandarizada:

$$G(s_{t-d}; \gamma, c) = 1 - \exp\left\{-\frac{\gamma(s_{t-d} - c)^2}{\sigma_{(s_{t-d})}^2}\right\}, \quad \gamma > 0$$

donde $\sigma_{(s_{t-d})}^2$ es la varianza de la variable transición

régimen intermedio o de transición entre los dos regímenes extremos, dado que la caracterización de un modelo LSTVECM con sólo dos regímenes puede resultar arbitraria sobre todo cuando el valor del parámetro de suavización resulta ser bajo. En este sentido, van Dick et al (2002) plantean que puede pensarse en un modelo LSTVECM, como una forma de un “continuo” cambio de regímenes.

En el caso de que el parámetro de suavización, γ sea muy grande, el cambio de $G(s_{t-d}; \gamma; c)$ de 0 a 1 se convierte en casi instantánea en $S_{t-d} = c$, y en consecuencia, la función logística $G(s_{t-d}; \gamma; c)G(S_t, \gamma, c)$ se comporta como una variable discreta, dando lugar al modelo de corrección del error por umbrales (TVECM). De hecho, los Modelos Autoregresivos por Umbral o Threshold AutoRegressive (TAR) son un caso específico de los modelos STAR cuando el cambio de régimen es discreto.

En caso que la función de transición sea exponencial (ESTVECM), el modelo se especifica de la siguiente forma:

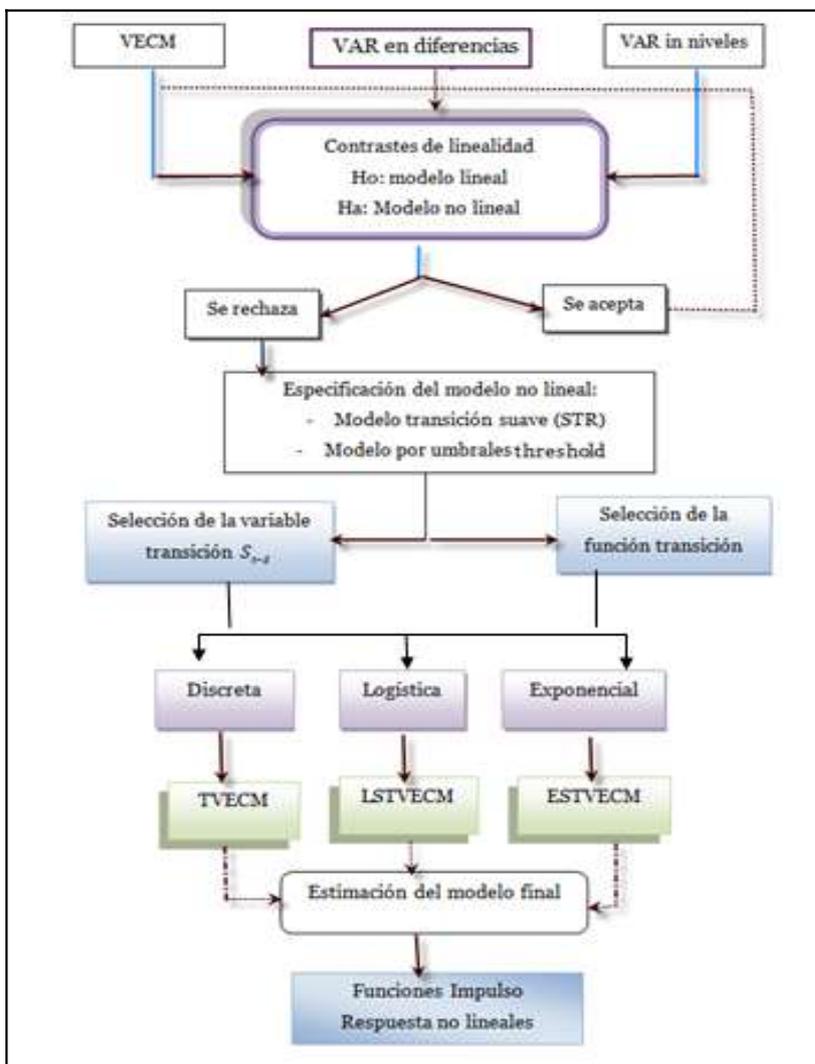
$$G(s_t; \gamma, c) = 1 - \exp\left\{-\frac{\gamma(s_{t-d} - c)^2}{\sigma^2(s_{t-d})}\right\}, \quad \gamma > 0 \quad (4.3)$$

Los parámetros del modelo ESTVECM cambian sistemáticamente alrededor de c dependiendo de los valores que toma la variable transición. Si $\gamma \rightarrow \infty$ el modelo se convierte en un modelo lineal, al igual que cuando $\gamma \rightarrow 0$. Por otro lado, la función exponencial $G(s_{t-d}; \gamma; c) = 1$ $G(S_t, \gamma, c) = 1$ tanto cuando $S_t \rightarrow -\infty$ como cuando $S_t \rightarrow +\infty$, mientras que $G(s_{t-d}; \gamma; c) = 0$ cuando $S_t = c$. Es decir, la función exponencial impone que la dinámica del modelo sea la misma siempre que $G(s_{t-d}; \gamma; c)$ tome valores extremos. Así, las asimetrías entre regímenes están dadas por la magnitud absoluta de las desviaciones, más que por el signo que presenten las mismas.

Al igual que en la función logística, el parámetro de alisamiento o de pendiente γ ($\gamma > 0$) determina la rapidez con que se produce la transición de un régimen extremo al otro. Si el valor de γ es muy alto, la transición se produce de forma rápida, lo que hace que el modelo converja a un TVECM, mientras que si $\gamma \rightarrow 0$, la transición es muy lenta.

Independientemente de la forma funcional elegida, la especificación y estimación del STVECM se va a realizar siguiendo la estrategia desarrollada por Granger y Teräsvirta (1993) y Camacho (2004) (Gráfico 4.1). Como se puede apreciar, el paso inicial consiste en estimar el modelo lineal. Dependiendo de las propiedades estocásticas de las series, se especificará un Vector Autoregresivo (VAR) con las variables originales (si son estacionarias); un modelo VAR con las series diferenciadas (VARD), si las series no son estacionarias y no están cointegradas; o bien un Vector en forma de Modelos de Corrección de Error (VECM), si las series no son estacionarias y están cointegradas.

Gráfico IV-26 Descripción del enfoque metodológico



En un segundo lugar, se aplican los diferentes estadísticos para contrastar la hipótesis nula de un modelo lineal frente a la alternativa de un modelo no lineal de transición suave. Para ello se aplican los diferentes procedimientos de contrastes introducidos por

Luukkonen et al. (1988). Si la linealidad es rechazada a favor de un esquema no lineal, en la siguiente etapa se elige el tipo de función de transición (logística, exponencial o discreta) a través de la implementación de una batería de contrastes. A continuación, se estima el modelo no lineal especificado en la etapa anterior y se somete a una serie de contrastes para verificar su correcta especificación. Finalmente, a partir del modelo estimado, se calculan las denominadas funciones impulso respuesta, a fin de analizar el comportamiento dinámico de la series en el corto plazo.

Veamos primeramente con más detalle el Contrastes de linealidad y selección de la forma funcional de la función de transición. El modelo de corrección del error con umbrales de transición suave (STVECM), representado en (4.1) puede expresarse de forma más compacta de la siguiente forma:

$$\Delta Z'_t = X'_{t-1} A^{(1)} (1 - G(s_{t-d}; \gamma, c)) + X'_{t-1} A^{(2)} (G(s_{t-d}; \gamma, c)) + \varepsilon_t \quad (4.4)$$

donde

$$X'_{t-1} = (1, Z'_{t-1}, \Delta y'_{t-1}, \dots, \Delta y'_{t-p+1}) \text{ y } A^j = (\mu'_j, \alpha'_j, \phi'_{j,1}, \dots, \phi'_{j,p-1}) \quad j=1,2$$

$$X'_{t-1} = (1 \quad z'_{t-1} \quad \Delta Z'_{t-1} \quad \dots \quad \Delta Z'_{t-p+1}) \text{ y } A^j = (\mu'_j \quad \alpha'_j \quad \phi'_{j,1} \quad \dots \quad \phi'_{j,p-1}) \quad j=1,2$$

Contrastar la hipótesis nula de linealidad frente al modelo de transición suave equivale a contrastar la siguiente hipótesis:

$$H_0 : A^1 = A^2 \quad H_a : A^1 \neq A^2 \quad (4.5)$$

lo que es equivalente a contrastar:

$$H_0 : \gamma = 0 \quad H_a : \gamma > 0$$

El contraste de no linealidad no es único, sino que debe de realizarse un contraste para cada variable de transición S_{t-d} que creemos que puede generar el comportamiento no lineal. Como dijimos anteriormente, dicha variable puede ser una variable del sistema, ya sea el término de error de alguna relación de cointegración o algún retardo de alguno de los precios (en primeras diferencias); o bien puede ser una variable completamente exógena al sistema, siempre que sea estacionaria.

Por otro lado, el modelo (4.4) se encuentra solamente identificado bajo la hipótesis alternativa $H_a : \gamma > 0$, lo cual no sólo incide negativamente sobre la estimación de los parámetros del modelo, sino también sobre la interpretación estadística del

Multiplicador de Lagrange (LM) asociado al contraste de la hipótesis de linealidad⁹. Este problema se puede resolver aplicando una expansión de Taylor de primer, segundo o tercer orden para aproximar la función de transición, asumiendo que H_0 se cumple (es decir, en torno a $\lambda = 0$) (ver Luukkonen et al., 1988).

Siguiendo a Camacho (2004), en la Tabla IV.1. se recogen las diferentes regresiones auxiliares utilizadas para contrastar la linealidad, considerando diferentes órdenes para la aproximación de Taylor. Asimismo, en ese mismo cuadro se puede ver que para cada regresión auxiliar se formula la hipótesis nula necesaria para llevar a cabo el contraste de linealidad, diferenciando también si la variable de transición pertenece (parte superior) o no pertenece (parte inferior) al sistema. Como se puede apreciar, dichas aproximaciones se especifican según la función de transición que se pretende especificar en la hipótesis alternativa. Cuando la hipótesis alternativa a la linealidad es la transición logística donde la variable de transición es una de las variables explicativas del modelo, y con el fin de evitar el problema de identificación (multicolinealidad), se recomienda el uso de la aproximación de Taylor de tercer orden. A partir de esta aproximación se calcula el estadístico LM3. En los modelos de corrección del error, se necesita una aproximación de Taylor de segundo orden, para poder discriminar entre modelos de transición logística y los de transición exponencial y, por tanto, el estadístico correspondiente sería el LM2. En el resto de los casos, se puede utilizar una aproximación de Taylor de primer orden, a partir de la cual se obtiene el estadístico LM1.

Escribano y Jordá (1999) afirmaron que una aproximación de Taylor de primer orden, en el caso de la función exponencial, no era suficiente para capturar sus principales características, especialmente sus dos puntos de inflexión. Para ello, dichos autores recomendaron el uso de las aproximaciones de Taylor de segundo y cuarto orden. En base a estas aproximaciones de segundo y cuarto orden se obtienen respectivamente los estadísticos LM2 y LM4 para contrastar la hipótesis nula de linealidad.

Todos los estadísticos LM del Multiplicador de Lagrange resultantes de cada uno de los contrastes de linealidad siguen asintóticamente una distribución χ^2 con $m(k(r+1)+(p-1)k^2)$ grados de libertad bajo la hipótesis nula, siendo m el orden de la potencia considerada en la aproximación de Taylor, k el número de variables endógenas, r el número de vectores de cointegración y p el orden de retardo utilizado

⁹ Ver (Davies, 1977;1987) para una discusión general de tales problemas de identificación.

para la especificación del modelo lineal de partida (VAR, VARD ó VECM). Asimismo, se considera que los términos de error en las regresiones auxiliares tienen una varianza constante. Sin embargo, las series temporales económicas y financieras son a menudo heteroscedásticas y la presencia de tales problemas puede llevar al rechazo espurio de la hipótesis nula de linealidad. Basándose en los trabajos de Wooldridge (1991), Davidson y MacKinnon (1985), Granger y Teräsvirta (1993) proponen utilizar los estadísticos LM robustos a heteroscedasticidad¹⁰.

Tabla IV-27. Regresiones auxiliares e hipótesis para los contrastes de linealidad

Variable transición (S_{t-d}) pertenece al vector $X'_t = (1 \ z'_{t-1} \ \Delta Z'_{t-1} \ \dots \ \Delta Z'_{t-p+1})$	
$\Delta Z_t = \sum_{h=0}^3 \psi_h(X'_t s_{t-d}^h) + \xi_t$ $H_{01} : \psi_1 = \psi_2 = \psi_3 = 0 \Rightarrow LM_3$	$\Delta Z_t = \sum_{h=0}^2 \psi_h(X'_t s_{t-d}^h) + \xi_t$ $H_{01} : \psi_1 = \psi_2 = 0 \Rightarrow LM_2$ $\Delta Z_t = \sum_{h=0}^4 \psi_h(X'_t s_{t-d}^h) + \xi_t$ $H_{01} : \psi_1 = \psi_2 = \psi_3 = \psi_4 = 0 \Rightarrow LM_4$
Variable transición (S_{t-d}) no pertenece a $X'_t = (1 \ z'_{t-1} \ \Delta Z'_{t-1} \ \dots \ \Delta Z'_{t-p+1})$	
$\Delta Z_t = \sum_{h=0}^1 (\psi_h(X'_t s_{t-d}^h)) + \xi_t$ $H_0 : \psi_1 = 0 \Rightarrow LM_1$	

Desde un punto operativo, el contraste de linealidad se aplica de la siguiente forma:

1. En un primer paso, se debe especificar el modelo lineal que mejor representa los datos objeto de análisis. Este modelo será el punto de partida para definir el modelo no lineal de transición suave. Un modelo incorrectamente especificado puede influir negativamente en los resultados a la hora de contrastar en la siguiente etapa la hipótesis de linealidad frente a un modelo no lineal de transición suave.
2. Definir el conjunto de las posibles variables transición. Los contrastes de linealidad se basan en desarrollar una secuencia de regresiones auxiliares (ver Tabla IV.1). Debido a que existe un gran número de productos cruzados por la presencia de la variable endógena retardada y de variables exógenas, la pérdida de grados de libertad en el contraste es considerable. Por este motivo, se emplea

¹⁰ Para mayor detalle sobre los contrastes de linealidad, consultar Granger y Teräsvirta (1993), Teräsvirta (1994, 1998), y van Dijk et al. (2002).

el “enfoque condicionado” del contraste: se estima una regresión auxiliar para cada variable de transición potencial y se calculan los correspondientes estadísticos LM_i ($i=1,2,3,4$), que determinarán en qué casos se puede rechazar la hipótesis nula de linealidad.

3. Si la hipótesis nula de linealidad se rechaza para varias variables de transición, entonces se seleccionan aquellas variables cuyo estadístico LM tenga el menor p-valor entre todo el conjunto de contrastes¹¹. Es decir, la variable adecuada se selecciona según el siguiente criterio:

$$variable = \underset{j \in [1,s]}{\operatorname{argmin}}(p_valor(LM_j)) \quad i=1, \dots, s \quad (4.6)$$

siendo s el número total del conjunto de variables transición consideradas como posibles candidatas potenciales.

Una vez rechazada la hipótesis nula de linealidad y definida la variable de transición más adecuada, el siguiente paso consiste en seleccionar cuál de las dos funciones de transición es la mejor para representar los datos objeto de análisis: la función logística o la exponencial. El procedimiento consiste en aplicar una secuencia de contrastes de hipótesis de restricciones lineales basadas en las diferentes regresiones auxiliares que hemos visto en (4.1), tal como se puede ver en la Tabla IV.2

IV.2.2 Modelo econométrico

Una vez seleccionada la variable transición y la función de transición, el siguiente paso consiste en la estimación del modelo STVECM. Teniendo en cuenta su forma no lineal, la estimación se puede hacer por cualquier método convencional no lineal. Independientemente del método utilizado, lo que se requerirá es la definición de las condiciones iniciales. Si éstas son apropiadas será más probable alcanzar un máximo en la función de verosimilitud.

Tabla IV-28: Secuencias de contrastes de hipótesis para la elección del tipo de función

de transición basados en la regresión auxiliar:

$$\Delta Z_t = \sum_{h=0}^4 \psi_h (X_t' s_{t-d}^h) + \xi_t$$

¹¹ Según Teräsvirta (1994, 1998), y van Dijk et al. (2002), el argumento para seleccionar la variable transición más adecuada, según el criterio del p-valor, se debe a que para dicha variable el estadístico LM alcanza su máxima potencia, mientras que para el resto de las variables el contraste se debilita.

Hipótesis	H_0	H_a	Decisión cuanto a H_0	
			Exponencial	Logística
$LM_{\hat{c}}$	$\psi_4 = 0$	$\psi_4 \neq 0$	Rechazo H_0 : Exponencial	Acepto H_0 : Logística
$LM_{\hat{c}}$	$\{\psi_3 = 0 \psi_4 = 0\}$	$\psi_3 \neq 0$	Acepto H_0 : Exponencial	Rechazo H_0 : Logística
$LM_{\hat{c}}$	$\{\psi_2 = 0 \psi_4 = 0\}$	$\{\psi_2 \neq 0 \psi_4 = 0\}$	Rechazo H_0 : Exponencial	Acepto H_0 : Logística
$LM_{\hat{c}}$	$\{\psi_1 = 0 \psi_4 = 0\}$	$\{\psi_1 \neq 0 \psi_4 = 0\}$	Acepto H_0 : Exponencial	Rechazo H_0 : Logística
$LM_{\hat{c}}$	$\psi_2 = \psi_4 = 0$	$\psi_2 \neq 0 \text{ o } \psi_4 \neq 0$	Rechazo H_0 : Exponencial	Acepto H_0 : Logística
$LM_{\hat{c}}$	$\psi_1 = \psi_3 = 0$	$\psi_1 \neq 0 \text{ o } \psi_3 \neq 0$	Acepto H_0 : Exponencial	Rechazo H_0 : Logística

Para encontrar tales condiciones de inicialización se sugiere realizar una búsqueda de malla de dos dimensiones (two dimensional grid search) sobre los parámetros γ y c^{12} . En este sentido, se puede observar a partir de la expresión (4.1), que una vez que el valor de ambos coeficientes está fijo, la función $G(s_{t-d}, \gamma, c)$ se encontrará en el intervalo $[0, 1]$ en cada observación y ecuaciones como la (4.1) o la (4.4), serán lineales en todos sus argumentos. En la búsqueda de malla se iteran distintos valores de γ y c tomados a intervalos que sean relevantes, según sus respectivas escalas de variabilidad. La estimación condicional puede hacerse por un método lineal como Mínimos Cuadrados Ordinarios (ecuación por ecuación) o SURE. Los parámetros del modelo lineal que surjan de la combinación de γ y c que maximiza la función de verosimilitud (o minimiza el determinante de la matriz de covarianzas de los residuos), serán los puntos de partida para estimar el modelo STVECM no restringido.

A menudo, la teoría también proporciona alguna restricción sobre el parámetro de suavización (γ) o sobre el umbral (c). En aquellos modelos en los que la relación de equilibrio a largo plazo es la variable de estado o de transición, se suele imponer la condición $c = 0$.

IV.2.3 Relaciones dinámicas a corto plazo

Una vez que se ha estimado el modelo no lineal, el último paso consiste en analizar las relaciones dinámicas a corto plazo. Esto se suele realizar mediante la obtención de las

12 En primer lugar, se debe establecer un intervalo $[CL, CU]$ en el que se va a localizar el valor umbral c . Hansen y Seo (2000) aconsejan que CL y CU sean fijados al $\pi_0\%$ y al $(1-\pi_0\%)$ de la muestra, respectivamente, siendo π_0 el parámetro de trimming. Es decir, se trata de imponer una restricción en la búsqueda del parámetro umbral (c) de tal manera que en cada régimen existe como mínimo un número de observaciones igual a $(\pi_0 T)$. Generalmente, se suele utilizar $\pi_0=0.15$.

denominadas Funciones Impulso-Respuesta (FIR). Las FIR proporcionan los efectos sobre las distintas variables del sistema de perturbaciones positivas asociadas a las diferentes series, lo que puede interpretarse como un ejercicio de simulaciones indicando, por lo tanto, el signo, la magnitud y la persistencia de la respuesta de una variable al impacto ocurrido en otra. Esta propuesta puede ser calculada como la diferencia entre el valor esperado condicional de la realización de la serie Z_t , antes y después de que haya ocurrido un shock $\varepsilon_t = \delta$:

$$FIR(n, \delta, Z_T)_n = E[Z_T | \varepsilon_t = \delta, \varepsilon_{T+1} = 0, \dots, \varepsilon_{T+n} = 0, Z_{T-1}, Z_{T-2}, \dots] - E[Z_{T+n} | \varepsilon_t = 0, \varepsilon_{T+1} = 0, \dots, \varepsilon_{T+n} = 0, Z_{T-1}, Z_{T-2}, \dots] \quad , n=1, 2, \dots \quad (4.7)$$

En la ecuación (5.7) la FIR indica el efecto que tiene un shock de magnitud δ sobre la serie $\{Z_t\}$ en $t=T$, n periodos después de haberse realizado el shock.

En el caso de los modelos lineales (VAR), las FIR se obtienen a partir de la representación Medias Móviles (MA) asociada al modelo VAR. Se pueden destacar tres características importantes de las FIR tradicionales obtenidas a partir de un modelo lineal: i) las FIR son simétricas, es decir un shock de magnitud δ tiene un efecto exactamente opuesto a un shock de magnitud $-\delta$; ii) las FIR tradicionales son lineales en el sentido que un shock, por ejemplo, de magnitud $2\delta(-2\delta)$ corresponde a dos veces el efecto producido a partir de un shock de magnitud $\delta(-\delta)$, y iii) las FIR dependen del número de periodos transcurridos después de efectuarse el shock (n), pero no dependen del período en el cual se realiza el shock, es decir, no depende de T y del valor que toma Z_t en este momento.

En la práctica estas características pueden ser muy restrictivas, llevando al investigador a sacar conclusiones muy alejadas de la realidad económica. Por ejemplo, concluir que una perturbación ocurrida durante una recesión económica tiene un efecto de la misma magnitud que si el shock tuviera lugar durante un proceso expansivo, puede conducir a resultados erróneos desde una perspectiva económica y política.

Para paliar estas importantes limitaciones, Koop et al. (1996) y Potter (1995) desarrollaron las FIR no lineales que se pueden generar a partir de la utilización de los modelos no lineales. En este sentido, cuando se utilizan modelos no lineales como los procesos STVECM, las FIR dependen del período en el cual se realiza el shock, es decir, depende de T y del valor que toma Z_t en ese momento. Asimismo, dependen de la magnitud y del signo del shock producido en T .

En consecuencia, esto hace que las FIR derivadas a partir de un modelo no lineal presenten las siguientes características: i) no son simétricas en cuanto que las respuestas ante un shock positivo o negativo de la misma magnitud pueden ser diferentes; ii) no son lineales dependiendo del período en el cual se realiza el shock, es decir, dependen de T y por lo tanto, del valor que toma Z_t en el momento que se produce el shock.

Dado que los modelos no lineales no tienen una determinada representación MA, el cálculo de las FIR se convierte en una tarea bastante complicada. Para solucionar este problema, Koop et al. (1996) introdujeron las Funciones Impulso Respuesta Generalizada (FIRG) a partir de los modelos no lineales. La FIRG ante un shock

$\varepsilon_t = \delta$ y un valor arbitrario de $Z_{t-1} = \omega_{t-1}$ viene dado por la siguiente expresión:

$$FIRG(n, \delta, \omega_{t-1}) = E[Z_{t+n} | \varepsilon_t = \delta, \varepsilon_{t+1} = \dots = \varepsilon_{t+n} = 0, \omega_{t-1}] - E[Z_{t+n} | \varepsilon_t = 0, \varepsilon_{t+1} = \dots = \varepsilon_{t+n} = 0, \omega_{t-1}] \quad (4.8)$$

Es decir, tal como se ha indicado al inicio de este capítulo, la FIRG se calcula como la diferencia entre dos realizaciones de la serie Z_t teniendo información hasta t-1. La primera es la realización de Z_t después de que haya ocurrido un shock $\varepsilon_t = \delta$ en el momento t, mientras que la segunda realización es el valor de Z_t sin ningún shock.

Teniendo en cuenta esta definición, las FIRG varían en función de los valores que toman $\delta \in \varepsilon_t$ y $\omega_{t-1} \in \Omega_{t-1}$ (Ω_{t-1} es el historial o la información en el instante t-1 utilizada para predecir los valores futuros de Z_t) dando lugar a que estas funciones sean en sí mismas una realización de una variable aleatoria que viene definida de la siguiente forma:

$$FIRG(n, \varepsilon_t, \omega_{t-1}) = E[Z_{t+h} | \varepsilon_t, \Omega_{t-1}] - E[Z_{t+h} | \Omega_{t-1}] \quad (4.9)$$

A partir de esta definición se puede derivar diferentes formas de obtener las FIRG que pueden resultar de gran interés para el investigador. Por ejemplo, se pueden analizar las respuestas de los precios en un determinado eslabón de la cadena ante un shock positivo (o negativo) en los precios en otro eslabón en un determinado régimen (cuando estos últimos están subiendo o bien están bajando). De hecho, las FIRG se pueden utilizar para evaluar el nivel de significatividad de los ajustes asimétricos a lo largo de los lapsos temporales. En este sentido, Potter (1995) definió una medida para evaluar el nivel de asimetría de las respuestas como la suma de las FIRG para un determinado

shock y las FIRG para un shock de la misma magnitud, pero con el signo opuesto, tal que:

$$ASY(n, \varepsilon_t, \omega_{t-1}) = FIRG(n, \delta, \omega_{t-1}) + FIRG(n, -\delta, \omega_{t-1}) \quad (4.10)$$

IV.3 Datos y propiedades estocásticas de las series

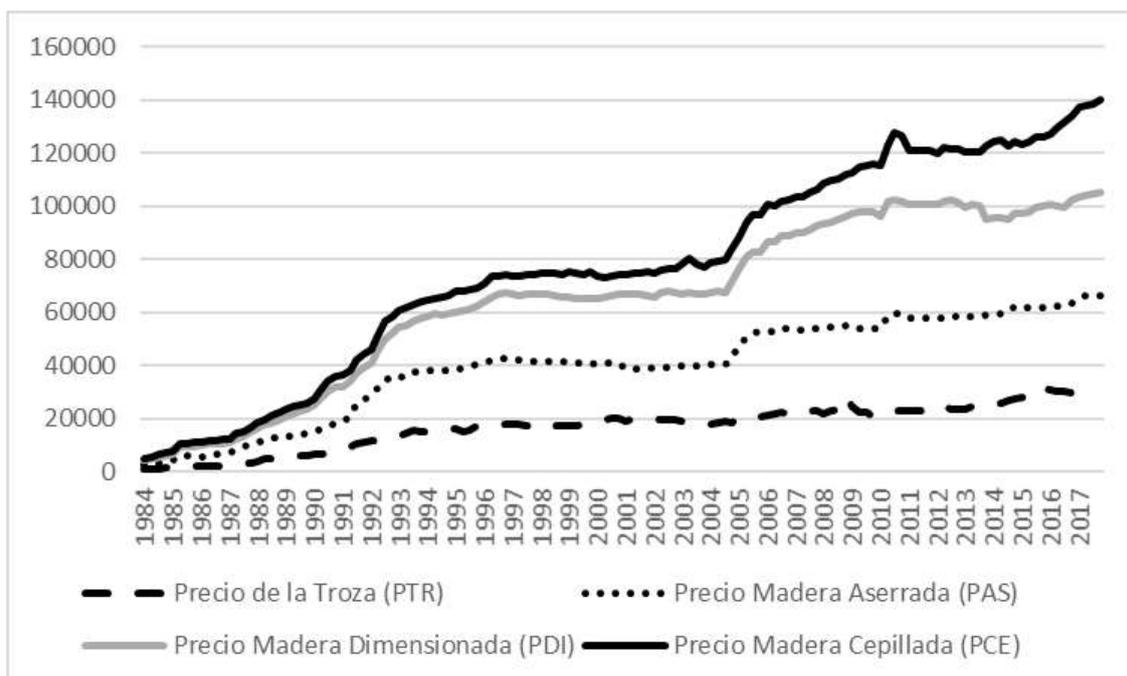
Como se comentó en la introducción, en este trabajo vamos a analizar los procesos de transmisión de precios a lo largo de la cadena de valor de la madera aserrada en Chile. A lo largo de dicha cadena, como comentamos en la parte descriptiva, se forman cuatro precios: 1) precio de las trozas (que son los troncos de los árboles que se han cortado en la explotación y que se mandan al aserradero; 2) precio de la madera aserrada; 3) precio de la madera dimensionada; y 4) precio de la madera cepillada. El precio de las trozas es el pagado por los aserraderos, el de la madera aserrada corresponden al precio de venta de aserraderos de la región del Biobío y al precio de compra de las barracas puesto en el lugar de origen o destino y el de la madera dimensionada y cepillada es el precio de venta consultado en barraca. La fuente de información utilizada procede del Instituto Forestal de Chile (INFOR), quienes publican dichos precios a partir de encuestas realizadas a una muestra representativa de aserraderos y barracas en la región del Biobío, que es la más importante dentro del sistema forestal chileno. Se han utilizado datos trimestrales desde 1984 hasta 2017. Todos los precios están expresados en pesos por m³ (Gráfico 4.2).¹³

Como se puede apreciar, las 4 series muestran una tendencia positiva, más acusada conforme avanzamos en la cadena comercial. Una segunda característica que se puede observar es la ausencia de componente estacional, por lo que no será considerado en este trabajo. Finalmente, en todas las series podemos apreciar posibles puntos de ruptura para las cuatro series. Así, en el caso del precio de las trozas, se observan dos cambios alrededor de los años 1994 y 2004. En los otros tres casos, se aprecian hasta tres posibles puntos de ruptura en los años 1992, 2004 y 2010 (2013 en el caso de la madera dimensionada). La presencia de posibles cambios estructurales es una cuestión fundamental a la hora de analizar las propiedades estocásticas de las series (esto es, si

13 En primer lugar, todas las variables han sido transformadas en logaritmos. Este es un procedimiento habitual y, además, como señaló Hamilton (1994), la transformación logarítmica actúa en la serie amortiguando la amplitud de las transformaciones y, por tanto, permite alcanzar más fácilmente la estacionariedad en varianza tras una primera diferenciación. Existe una segunda razón de tipo más económico. Para cambios pequeños, la primera diferencia del logaritmo de una variable es aproximadamente igual a la tasa de variación de la serie original. De este modo, si una variable en logaritmos es integrada de orden uno, la tasa de variación de la variable original es constante.

son o no estacionarias y, en caso que no lo sean, si están cointegradas o no). La mayor parte de la literatura empírica en el mundo de la economía de los recursos naturales ha obviado esta cuestión. Sin embargo, Perron (1989) y Rappoport y Reichlin (1989) fueron los primeros que plantearon las consecuencias de la presencia de un cambio estructural sobre los contrastes de raíces unitarias convencionales. Demostraron que, en presencia de cambios estructurales, independientemente de que este afectara al nivel o a la pendiente de la serie, la distribución del estadístico Dickey-Fuller (ADF) se veía alterada, aceptándose con más frecuencia la hipótesis nula de raíz unitaria. Este resultado ha sido, sin embargo, matizado por Montañés (1995), quien demostró que la presencia de cambio estructural no siempre conducía a la aceptación de la hipótesis nula de raíz unitaria. Este efecto dependía del momento en el que se producía el cambio y del tipo de ruptura.

Gráfico IV-27 Evolución de los precios utilizados en este estudio (pesos chilenos/m3)



Fuente: Elaboración propia

Para el caso de variables con posibles múltiples cambios estructurales, como es el caso que nos ocupa, en los últimos años han aparecidos varios contrastes de raíces unitarias. Lumsdaine y Papell (1997) y Clemente et al. (1998) generalizaron los contrastes propuestos por Banerjee et al. (1992) al caso de existencia de dos cambios de nivel con períodos de ocurrencia desconocidos. Ohara (1999), extendió el contraste de Zivot y Andrews (1992) al caso de m cambios estructurales (con m conocido). Sin embargo, su

tamaño, potencia y valores críticos han sido estudiados solamente para el caso de dos cambios en el nivel de la serie. Finalmente, Cavaliere y Georgiev (2006) propusieron un procedimiento simple que permite contrastar la existencia de una raíz unitaria cuando existen múltiples cambios de nivel.

En el presente trabajo, utilizamos el procedimiento de contraste de raíces unitarias con cambio estructural basado en las estimaciones de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS), que fue inicialmente propuesto por Kim y Perron (2009) y posteriormente extendido por Carrion-i-Silvestre et al. (2009). Dicho procedimiento presenta la ventaja de que permite la existencia de varios cambios estructurales (tanto en el nivel de la serie como en la tendencia) en un periodo desconocido, tanto bajo la hipótesis nula como la alternativa (lo cual proporciona gran flexibilidad ya que tradicionalmente la hipótesis alternativa solía ser estacionariedad). La Tabla IV.3 recoge los resultados del contraste para las cuatro series consideradas. Como se puede apreciar, en las cuatro series se aprecian 3 rupturas estructurales en trimestres comunes, salvo en el caso del precio de las trozas. Asimismo, las cuatro series consideradas son claramente no estacionarias.

Tabla IV-29 Resultados de los contrastes de Carrion-i-Silvestre-Kim-Perron (2009) de raíces unitarias con cambios estructurales múltiples

	Primer Cambio estructural	Segundo Cambio estructural	Tercer Cambio estructural	Retardo	Contraste
PTR	1987:1	1991:3	1995:3	1	-3,661
PAS	1987:4	1992:4	2004:3	2	-2,895
PDI	1988:2	1992:4	2004:3	0	-2,491
PCE	1987:1	1992:2	2004:3	1	-2,607
Valor Crítico (5%)					-4,167

Nota: Los valores críticos se han obtenido por simulación utilizando 1.000 etapas para aproximar el proceso de Wiener y 10.000 replicaciones. TBi refleja los puntos de ruptura en cada serie

El siguiente paso consiste en determinar si las cuatro series están o no cointegradas. Se trata, por tanto, de contrastar si entre las cuatro series existe al menos alguna relación de equilibrio estacionaria entre las mismas. Para ser coherente con el análisis de raíces unitarias, en los que hemos detectado ciertos periodos de ruptura estructural, en el análisis de integración hemos considerado, asimismo, la posible existencia de dichos cambios estructurales. Además, la literatura reciente ha demostrado que la presencia de

rupturas estructurales puede causar problemas importantes de potencia en los contrastes del rango de cointegración (Inoue, 1999; Harris et al., 2016). Sin embargo, la literatura sobre contrastes de cointegración en presencia de cambios estructurales es mucho menos abundante, que la que existe en el caso de los contrastes de raíces unitarias. De hecho, la mayor parte de los contrastes de cointegración que se han desarrollado en la literatura, lo que hacen, en realidad, es analizar la posible presencia de raíces unitarias en los residuos de la relación de cointegración. Por este motivo, la mayor parte de las aplicaciones empíricas, lo que hacen es analizar las posibles relaciones de cointegración entre pares de variables, que es menos eficiente que analizar de forma multivariante las cuatro series de precios y determinar el rango de cointegración, es decir, las posibles relaciones de equilibrio existentes entre los cuatro precios, que a posteriori, se podrán identificar. Por otra parte, como hemos visto anteriormente, los puntos de ruptura encontrados en cada serie no son siempre coincidentes, por lo que hacer análisis por pares de precios puede ser sub-óptimo.

En el enfoque multivariante, Johansen et al. (2000) desarrollaron un procedimiento para el contraste de la traza siguiendo lo que había hecho Perron (1989) en el caso univariante. Este procedimiento es muy flexible, ya que permite la posible existencia de múltiples rupturas, que además, pueden afectar tanto a la media como a la tendencia. La única limitación es que los puntos de ruptura deben de conocerse a priori. Saikkonen y Lütkepohl (2000), propusieron otro enfoque, aunque sólo se consideraban rupturas en la media y al igual que el anterior, presenta la desventaja de que la fecha del cambio estructural debe ser conocido a priori. Lütkepohl et al. (2004) endogenizaron el punto de ruptura, pero sólo consideraron una ruptura en la media. Una limitación adicional de los contrastes enunciados consistía en la selección de retardo óptimo en el VECM subyacente, ya que como demostraron Harris et al. (2016), los estadísticos que se suelen utilizar para obtener la correcta especificación del VMCE (rango de cointegración y el retardo óptimo) no se comportan de la misma manera, según haya o no ruptura estructural en el modelo.

En este trabajo, vamos a combinar los procedimientos multivariantes propuestos por Johansen et al. (2000) y por Harris et al. (2016), este último denominado SC-VECM (las siglas SC se incluyen ya que estos autores proponen el uso de del criterio de información de Schwarz con el fin de seleccionar entre el modelo con una ruptura y el modelo sin ruptura), que es muy flexible, ya que permite que el cambio estructural

pueda afectar tanto a la media como a la tendencia, que el punto de ruptura sea determinado endógenamente, así como que el orden de retardos de los modelos con ruptura y sin ruptura puedan ser diferentes. De hecho, el procedimiento SC-VECM consta de las siguientes etapas: 1) Selección del punto de ruptura; 2) Selección del retardo óptimo del modelo con ruptura; 3) Selección del retardo óptimo para el VECM sin cambio estructural; 4) Contraste de la presencia de cambio estructural; y 5) Determinar el rango de cointegración (estadístico de la traza para contrastar la hipótesis nula de rango=r en favor de rango completo (rango=4, en nuestro caso). El principal inconveniente es que este procedimiento sólo permite un punto de ruptura, mientras que el de Johansen et al. (2000) permite múltiples, pero deben de ser conocidos.

Por ello, la estrategia seguida en este trabajo es una combinación de ambos, teniendo en cuenta las limitaciones de cada uno. Así, en primer lugar, hemos adoptado el procedimiento de Harris et al. (2016) de forma secuencial para determinar los posibles puntos de ruptura y el retardo óptimo. Una vez identificado los puntos de ruptura, utilizaremos el contraste de Johansen et al. (2000) para determinar el rango de cointegración.

Los resultados de la aplicación del método de Harris et al. (2016) nos permitieron identificar la existencia de dos puntos de ruptura correspondientes al último trimestre de 2004 (2004:4) y al primer trimestre de 2010 (2010:1)¹⁴. Asimismo, el retardo óptimo tanto en el modelo con ruptura y sin rupturas fue de dos trimestres. Por tanto, el modelo finalmente especificado para el mercado de la madera aserrada en Chile incluye 2 retardos, una tendencia restringida al espacio de cointegración y dos variables ficticias que se incluyen, tanto en el largo como en el corto plazo. Además, ha sido necesario la introducción de 4 variables ficticias de tipo impulso restringidas, sólo al corto plazo, para eliminar los problemas de autocorrelación¹⁵. En términos matemáticos, la especificación final del modelo viene dado por la siguiente expresión:

$$\Delta Z_t = \alpha(\beta'[Z_{t-1}, t] + \varphi_1 DL_{1,t} + \varphi_2 DL_{2,t}) + \sum_{i=1}^2 \Gamma_i \Delta Z_{t-i} + \delta_1 \Delta DL_{1,t} + \delta_2 \Delta DL_{2,t} + \sum_{i=1}^4 \mu_i DI_{i,t} + \varepsilon_t$$

(4.11)

¹⁴ Para ello se consideró, en primer lugar, la totalidad de la muestra. La aplicación del procedimiento detectó un punto de ruptura en 2004:04. A continuación, se volvió a repetir el procedimiento para la muestra desde 2005:01 hasta el final. En este caso, se detectó un segundo punto de ruptura en 2010:01.

¹⁵ Los resultados de los contrastes de autocorrelación de órdenes 1 y 2 fueron de 4,547 y 7,006, respectivamente, ambos inferiores al valor crítico al 5% de una $\chi^2(16)$ que es 26,3, por lo que el modelo estimado se encuentra bien especificado.

Donde Z_t representa el vector de precios utilizado en este capítulo (precios de las trozas, precio de la madera aserrada, precio de la madera dimensionada y precio de la madera cepillada), β representa la matriz de los parámetros de las variables incluidas en las relaciones de cointegración; α representa la matriz de coeficiente de ajuste de los precios ante shocks en las relaciones de equilibrio a largo plazo; t representa la tendencia restringida al espacio de cointegración; DL_i representan las variables ficticias de cambio estructural para los períodos 2004:4 y 2010:1, respectivamente (aparece diferenciada en el corto plazo); y DI_i representan las 4 variables impulsos introducidas en el corto plazo para eliminar los problemas de autocorrelación que toman el valor unitario en los trimestres 1991:1, 1986:4, 2010:2 y 1990:2, respectivamente, y cero en cualquier otro trimestre.

Conocidos los puntos de ruptura, en la Tabla IV.4 recoge los resultados del contraste de la traza de Johansen et al. (2000) para determinar el rango de cointegración formado por los cuatro precios que representan la cadena de valor de la madera aserrada en Chile. Como se puede apreciar, los resultados indican claramente la existencia de tres relaciones de equilibrio a largo plazo entre los cuatro precios.

Tabla IV-30 Resultados de la aplicación del contraste multivariante de Johansen et al. (2000) para determinar el rango de cointegración en el sistema de precios de madera en Chile

	Estadístico de la Traza ^a	Valor crítico (5%)
$H_0: r=0$	133,43	97,37
$H_0: r=1$	74,736	61,67
$H_0: r=2$	37,73	33,55
$H_0: r=3$	11,67	14,45

^a La hipótesis nula del estadístico de la traza es $r \leq r_0$ frente a la alternativa general $r = p$.

IV.4 Resultados

Presentamos en este apartado, los resultados de la aplicación del enfoque metodológico que mencionamos en la sección 2. La estrategia consistía en las siguientes etapas: 1) especificación y estimación del modelo lineal; 2) contrastes de no linealidad y, en su caso, especificación del modelo no lineal; 3) estimación del modelo seleccionado; y 4) análisis de la dinámica del corto plazo. Analizamos cada una de las etapas en cada una de las siguientes subsecciones.

IV.4.1 Especificación y estimación del modelo lineal

Una vez determinado el rango de cointegración y establecido que el modelo se encuentra correctamente especificado, el primer paso en nuestra estrategia ha consistido en estimar el modelo lineal e identificar las tres relaciones a largo plazo que se han obtenido en el apartado anterior, siguiendo la metodología propuesta por Johansen et al. (2000). Lo primero que hemos hecho ha sido contrastar la significatividad de todos los parámetros de las variables que forman parte de las relaciones de cointegración (parámetros β) (esto es, si los 4 precios, las variables ficticias y la tendencia forman parte de las relaciones de cointegración), así como de los parámetros de ajuste del modelo ante desviaciones de las relaciones de equilibrio a largo plazo (parámetros α). La Tabla IV.5 recoge los resultados de dichos contrastes. Como se puede apreciar, todos los coeficientes de la matriz β son individualmente significativos, por lo que todas las variables, incluyendo las variables ficticias, forman parte del espacio de cointegración. En el caso de los parámetros α , también los resultados de los contrastes indican que son significativos, esto es, que todos los precios del sistema reaccionan antes una desviación en las relaciones de cointegración (ningún precio puede considerarse exógeno al sistema).

A continuación, lo que se ha hecho es realizar una serie de contrastes sobre los diferentes parámetros de las diferentes relaciones de cointegración con el fin de dotar a dichas relaciones de un significado económico. Una vez determinado el rango de cointegración y estimados los parámetros del largo plazo β , es necesario dotar de significado económico a dichos vectores.

Tabla IV-31: Contrastes de significatividad sobre los parámetros de las matrices α y β en el sistema de precios de madera aserrada

	Significatividad de parámetros β o Contrastes de exclusión ^{a,b}	Significatividad de parámetros α o Contrastes de exogeneidad ^{a,b}
Precio troza (PTR)	31,14 [0,000]	17,90 [0,000]
Precio madera aserrada (PAS)	38,72 [0,000]	50,95 [0,000]
Precio madera dimensionada (PDI)	32,29 [0,000]	29,95 [0,000]
Precio madera cepillada (PCE)	28,34 [0,000]	16,019 [0,000]
Ficticia primer cambio estructural (2004:4)	11,78 [0,000]	
Ficticia segundo estructural (2010:1)	32,81 [0,000]	
Tendencia	40,33 [0,000]	

^a El ratio de verosimilitud LR a partir de estos contrastes se distribuye como una $\chi^2(3)$ cuyo valor crítico al 5% es 5,99.

^b Las cifras entre paréntesis se refieren a los P-valores o niveles de significatividad.

Para ello, lo que se ha hecho ha sido identificar las relaciones de equilibrio a largo plazo. El concepto de identificación hace referencia a la posibilidad de estimar de forma única los parámetros del modelo y dotarles de significado económico introduciendo una serie de restricciones sobre las mismas. Para que las relaciones de cointegración puedan identificarse, es necesario que se satisfaga la condición de rango, que implica que el número total de restricciones debe ser superior a $r(r-1)$ (en nuestro caso, como tenemos tres vectores de cointegración, dicho valor es igual) si el número de restricciones impuestas (sin incluir las de normalización) es igual a $r(r-1)$, donde r es el rango de cointegración (en nuestro caso dicho valor 6). Si el número de restricciones es igual a 6, se dice que el modelo está exactamente identificado y no es necesario realizar ningún contraste. En caso que el número de restricciones supere dicho valor, dicha identificación debe contrastarse utilizando un estadístico del Ratio de Verosimilitud desarrollado por Johansen (2005).

El proceso de identificación lo hemos realizado en dos fases. En la primera hemos introducido 6 restricciones, a fin de darnos una primera idea sobre la interpretación económica de las relaciones de equilibrio a largo plazo. Al tratarse de una identificación exacta, no es necesario realizar ningún contraste. La Tabla IV.6 recoge los resultados de la identificación exacta de las relaciones de cointegración. Como se puede comprobar, hemos normalizado cada relación de cointegración por uno de los precios y hemos tratado de identificar cada vector de cointegración como una relación bivalente entre dos eslabones consecutivos de la cadena de valor (PTR-PAS, PAS-PDI y PDI-PCE) eliminando al resto de precios en cada relación. Los resultados indican que en cada relación se da una transmisión casi perfecta entre los dos precios considerados, por lo que sería interesante contrastar si la transmisión es perfecta (relación 1, -1). En segundo lugar, observamos que no todos los componentes determinísticos son significativos en todas las relaciones de equilibrio a largo plazo. La ficticia de 2010 sólo es significativa en la relación PTR—PAS, mientras que la correspondiente a 2004 lo es en las relaciones PAS-PDI y PDI-PCE. La tendencia es significativa en las tres relaciones.

Tabla IV-32: Identificación exacta de las relaciones de cointegración^a

	PTR	PAS	PDI	PCI	D(2004:4)	D(2010:1)	trend
Primera relación de cointegración	-0,954 (-17,21)	1	0	0	-0,005 (-2,734)	-0,001 (-0,184)	0,007 (5,117)
Segunda relación de cointegración	0	-0,961 (-33,09)	1	0	-0,003 (-1,616)	0,014 (5,764)	-0,003 (-5,040)
Tercera relación de cointegración	0	0	-0,969 (-19,52)	1	-0,001 (-1,273)	-0,003 (-4,694)	-0,001 (-4,251)

Los valores entre paréntesis corresponden a los t-ratios para contrastar la significatividad individual

Teniendo en cuenta estos resultados, en una segunda etapa, lo que hemos hecho ha sido eliminar en cada relación de cointegración la ficticia que no era relevante y, en segundo lugar, imponer la transmisión perfecta entre cada par de precios incluidos en cada relación de cointegración. El estadístico para el contraste adoptó un valor de 21,06 muy alejado del valor crítico al 5% de la $\chi^2(6)$ que es de 12,60, por lo que rechazamos la hipótesis nula. En segundo lugar, hemos considerado únicamente las tres restricciones de transmisión perfecta. De nuevo, esta hipótesis fue rechazada con un valor del estadístico de 16,71, también muy alejado del valor crítico de una $\chi^2(3)$ que es de 7,81. Finalmente, hemos considerado eliminar en cada relación las ficticias de cambio estructural que no resultaron ser significativas. En este caso, el estadístico del contraste fue de 5,88, inferior al valor crítico de una distribución $\chi^2(3)$, que es de 7,81, por lo que no podemos rechazar dicha hipótesis. En la Tabla IV.7 se recogen las estimaciones de los parámetros de las diferentes relaciones de cointegración, así como matriz de parámetros de ajuste de cada precio ante una desviación en la correspondiente relación de cointegración. Estos resultados son importantes de cara al resto de cada apartado, ya que a partir de la especificación multivariante hemos obtenido tres relaciones de equilibrio a largo plazo, cada una de las cuales incluye dos precios en dos eslabones consecutivos de la cadena. Por tanto, a partir de ahora, no existe ningún problema en trabajar con relaciones bivariantes de precios, lo que simplifica notablemente la aplicación del enfoque considerado en la sección 2 de este capítulo.

Tabla IV-33: Identificación de las relaciones de cointegración en la cadena de madera aserrada en Chile

$$PAS_t - 0,950 PTR_t = 0,006 DL1t - 0,008 t + \hat{u}_{1t}$$

(-22,435)
(-3,339)
(-5,245)

$PDI_t - 0,961 PAS_t = -0,012 DL2t + 0,003t + \hat{u}_{2t}$ (-46,244) (-10,518) (-5,211)
$PCE_t - 0,968 PDI_t = 0,004 DL2t + 0,001t + \hat{u}_{3t}$ (-27,07) (6,291) (3,947)
$\hat{\alpha} = \begin{pmatrix} 0,171 & 0,466 & 0,402 \\ (2,498) & (3,011) & (2,181) \\ -0,096 & 0,360 & 0,673 \\ (-2,531) & (3,770) & (3,949) \\ -0,206 & -0,106 & 0,422 \\ (-4,930) & (-2,865) & (4,297) \\ -0,139 & -0,087 & -0,110 \\ (-3,563) & (-1,129) & (-2,806) \end{pmatrix}$

Nota: Los valores entre paréntesis se corresponden con los t-ratios.

IV.4.2 Contrastes de no linealidad

Una vez especificado correctamente el modelo lineal en esta sección vamos a contrastar la hipótesis nula de que el vector de precios sigue el VMCE lineal representado en (4.11) (con las restricciones incluidas en la Tabla IV.7) frente a la alternativa de un proceso no lineal, según un vector de mecanismo de corrección del error por umbrales de transición suave (STVECM). Asimismo, y teniendo en cuenta los resultados anteriores, el estudio lo vamos a realizar para cada par de precios que resultaron de la identificación del modelo lineal (PTR-PAS, PAS-PDI y PDI-PCE).

Como mencionamos en la sección 2, los contrastes de linealidad que hemos utilizado se basan en la especificación de diferentes regresiones auxiliares. Para cada regresión auxiliar es necesario definir un conjunto de posibles variables de transición. En la totalidad de los trabajos empíricos relacionados con productos agro-forestales, la variable de transición utilizada en los modelos con umbrales era los residuos de la relación de cointegración entre un par de precios. Pero, en realidad, esa variable de transición que genera la no linealidad puede ser cualquiera siempre que sea estacionaria. En este estudio, para cada relación bivalente de precios definidas anteriormente se han considerado como posibles variables de transición: 1) las diferencias del logaritmo de cada uno de los precios que forman parte de cada uno de los modelos bivariantes, hasta un retardo máximo de 3 períodos; 2) los residuos de los tres vectores de cointegración definidos en la Tabla IV.7 (hemos considerado los tres vectores debido a la significatividad de la mayor parte de los coeficiente de ajuste (matriz α , en Tabla IV.7); 3) teniendo en cuenta que algo más del 30% de la producción de madera chilena se destina a las exportaciones (Capítulo 2), se ha considerado conveniente incluir algún

factor que recoja la posible dependencia del mercado chileno a las fluctuaciones del mercado internacional. En este sentido, se ha considerado la diferencia entre el precio de exportación chileno de madera aserrada y el precio en el mercado doméstico (PEX)¹⁶. también en este caso con un retardo máximo de tres períodos. En la Tabla IV.8 se recogen las variables transición consideradas en cada sistema de precios.

Tabla IV-34: Conjunto de las variables transición consideradas en cada subsistema de precios.

Subsistema PTR-PAS	Subsistema PAS-PDI	Subsistema PDI-PCE
ECT1 _{t-1} ; ECT2 _{t-1} y ECT3 _{t-1} ΔPTR _d (d=1,3) ΔPAS _d (d=1,3) PEX _d (d=1,3)	ECT1 _{t-1} ; ECT2 _{t-1} y ECT3 _{t-1} ΔPAS _d (d=1,3) ΔPDI _d (d=1,3) PEX _d (d=1,3)	ECT1 _{t-1} ; ECT2 _{t-1} y ECT3 _{t-1} ΔPDI _d (d=1,3) ΔPCE _d (d=1,3) PEX _d (d=1,3)

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, para cada subsistema se consideran hasta 8 posibles variables de transición que pueden estar generando la posible no linealidad. Asimismo, como comentamos en la sección 2, se ha adoptado un enfoque condicionado, que ha consistido, en primer lugar, en estimar para cada variable las 4 regresiones auxiliares correspondientes, llevando a cabo el consiguiente contraste. A continuación, se hizo un primer filtro para descartar aquellas variables que ofrecían poca evidencia a favor de la no linealidad. Seguidamente se realizó una búsqueda simultánea de malla para los coeficientes de transición (c) y de alisamiento (γ) (ver ecuación 4.1) que maximizan la función logarítmica de verosimilitud para cada posible variable de transición y se consideraron únicamente aquellas variables de transición para las cuales se rechazaba la hipótesis de linealidad. Asimismo, si el modelo estimado resultante contenía pocas observaciones en alguno de los dos regímenes extremos, se consideraba como una evidencia débil de no linealidad.

Los resultados indican que al 5% de nivel de significación en cada uno de los sistemas de precios, podemos encontrar más de una variable transición para la cual se rechaza la hipótesis nula de linealidad. La Tabla IV.9 recoge los resultados más significativos (aquellos que han arrojado un menor p-valor) del contraste robusto a la heterocedasticidad (LMR) para los tres subsistemas de precios y para cada uno de los contrastes LM_i utilizado. La primera conclusión que podemos sacar es que en todos los subsistemas de precios se aprecian evidencias de no linealidad asociadas a más de una

¹⁶ A esta variable se le han aplicado los mismos contrastes de raíces unitarias que los que vimos en la sección anterior, concluyendo que era estacionaria con una ruptura en 1993 y 2004

variable de transición. Asimismo, podemos apreciar que en ningún caso el mercado exterior (PEX) parece ser responsable de no linealidades en el sector de la madera aserrada chileno.

En el subsistema PTR-PAS las posibles variables de transición (aquellos para las que se observa un menor p-valor) han resultado ser el precio de la troza en primeras diferencias retardado 3 períodos y el precio diferenciado de la madera aserrado retardado un período. En el subsistema PAS-PDI los menores p valores se han obtenido para el precio diferenciado de la madera aserrada considerando retardos de uno y tres períodos. Finalmente, en el último subsistema PDI-PCE, las variables de transición seleccionadas han sido los residuos de la relación de cointegración, que precisamente relaciona los dos precios incluidos en el subsistema, así como el primer retardo del precio diferenciado de la madera dimensionada. Una vez seleccionada la variable transición, así como su correspondiente retardo óptimo, pasamos a determinar el tipo de función de transición, es decir, determinar si la dinámica de los precios sigue un modelo de transición suave de tipo logística (LSTVECM) o bien de tipo exponencial (ESTVECM).

Tabla IV-35: Resultados de los contrastes de linealidad (LMR) para cada subsistema de precios

Subsistema de precios PTR-PAS	Prueba	Variable de transición seleccionada	LMR ^a	P-valor
	LM1	ΔPTR_{t-3}	21,717	0,084
	LM2	ΔPTR_{t-3}	42,819	0,036
	LM3	ΔPAS_{t-1}	43,309	0,055
	LM4	ΔPTR_{t-3}	57,801	0,034
Subsistema de precios PAS-PDI	Prueba	Variable de transición seleccionada	LMR ^a	P-valor
	LM1	ECT3 _{t-1}	16,201	0,184
	LM2	ΔPAS_{t-3}	42,527	0,036
	LM3	ΔPAS_{t-3}	52,672	0,141
	LM4	ΔPAS_{t-1}	78,591	0,062
Subsistema de precios PDI-PCE	Prueba	Variable de transición seleccionada	LMR ^a	P-valor
	LM1	$\Delta ECT3_{t-1}$	104	0,028
	LM2	$\Delta ECT3_{t-1}$	43,254	0,033
	LM3	PDI _{t-1}	71,541	0,003
	LM4	PDI _{t-1}	88,371	0,004

^a LMR es el Multiplicador de Lagrange Robusto a la heteroscedasticidad.

Para cada variable transición seleccionada en la etapa anterior, se ha aplicado propuesta por Granger y Teräsvirta (1993) y Escribano y Jordá (1999) y, que como se puede

observar en la Tabla IV.10, se basa en realizar una secuencia de contrastes de hipótesis para escoger entre la función logística y exponencial que mejor describe el proceso generador de datos en cada uno de los subsistemas de precios considerados y para las dos principales variables de transición detectadas anteriormente.

En resumen, en los tres subsistemas de precios, la dinámica de transmisión de precios en el sector de la madera en Chile sigue un vector de mecanismo de corrección del error por umbrales con transición logística suave (LSTVECM). Esto quiere decir que las asimetrías existentes entre regímenes se explican, más por el signo de las desviaciones, que por la magnitud de las mismas. Dicho de otra manera, la dinámica de ajuste de los precios depende, si la variable de transición se encuentra por encima o por debajo de un determinado umbral que vamos a estimar, en cada caso.

Tabla IV-36: Selección de la función de transición en el sistema de precios: PTR-PAS.

Subsistema PTR-PAS								
Variable de transición: ΔPTR_{t-3}					Variable de transición: ΔPAS_{t-1}			
Prueba	LMR ^a	GL ^b	P-valor	Decisión	LMR ^a	GL ^b	P-valor	Decisión
LM_H4	23,2	14	0,057	logística	21,361	14	0,0943	logística
LM_H3	33,5	14	0,002	Logística	25,735	14	0,0285	Logística
LM_H2	30,9	14	0,005	Exponencial	15,741	14	0,376	logística
LM_H1	16,1	14	0,306	Exponencial	22,540	14	0,0681	Exponencial
LM_HL	52,161	28	0,00371	Logística	46,941	28	0,0143	Logística
LM_HE	30,791	28	0,329	Logística	26,815	28	0,531	logística
Subsistema PAS-PDI								
Variable de transición: ΔPAS_{t-1}					Variable de transición ΔPAS_{t-3}			
Prueba	LMR ^a	GL ^b	P-valor	Decisión	LMR ^a	GL ^b	P-valor	Decisión
LM_H4	26,401	14	0,0232	Exponencial	19,818	14	0,136	logística
LM_H3	32,981	14	0,0003	Logística	22,412	14	0,0715	Logística
LM_H2	20,328	14	0,121	logística	14,001	14	0,452	logística
LM_H1	27,541	14	0,0165	logística	19,601	14	0,136	exponencial
LM_HL	43,213	28	0,0464	Logística	48,951	28	0,011	Logística
LM_HE	40,611	28	0,0675	Logística	33,905	20	0,204	logística
Subsistema PDI-PCE								
Variable de transición: $ECT3_{t-1}$					Variable de transición: ΔPDI_{t-1}			
Prueba	LMR ^a	GL ^b	P-valor	Decisión	LMR ^a	GL ^b	P-valor	Decisión
LM_H4	17,671	14	0,225	logística	18,108	14	0,202	logística
LM_H3	26,481	14	0,022	Logística	28,942	14	0,0106	Logística
LM_H2	17,281	14	0,231	logística	15,674	14	0,336	logística
LM_H1	17,544	14	0,235	Exponencial	23,601	14	0,051	logística

LM_HL	43,609	28	0,0349	Logística	43,254	28	0,033	Logística
LM_HE	39,611	28	0,081	Logística	38,490	20	0,091	logística

^a LMR es el estadístico LM robusto a la heteroscedasticidad

^b GL son los grados de libertad para cada estadístico LM_H_i, (ver Cuadro 4.2)

IV.4.3 Estimación del modelo

Siguiendo el procedimiento expuesto en la sección 2, los diferentes LSTVECM asociados a cada variable de transición se han estimado a partir de un proceso de búsqueda de malla para los dos parámetros relevantes: c (que indica el umbral que determina los dos regímenes asociados a la variable de transición) y γ (que indica la velocidad de transición de un régimen a otro). Como mencionamos, valores muy elevados de γ indicarían que el paso de un régimen a otro se podría representar por una variable discreta, lo que nos indicaría que tal vez un modelo TVECM sería el más adecuado para modelizar el mecanismo de transmisión de precios en el sector de la madera aserrada en Chile.

Los resultados se recogen en la Tabla IV.11. Como se puede apreciar, en los tres subsistemas los modelos estimados correspondientes a una de las dos variables de transición consideradas en 4.9 y 4.10, dan como resultado valores de γ no significativos. Esto no es sorprendente, ya que este tipo de modelos no lineales son muy sensibles a la dinámica de los datos, como puede ser la presencia de outliers al principio o al final de la muestra. En estas ocasiones los resultados de los contrastes son favorables a la no linealidad, pero uno de los regímenes es para un periodo muy corto, por lo que no podemos hablar de no linealidad en sentido estricto. Esto es lo que ha ocurrido en los casos en los que el parámetro de la velocidad de la transición de un régimen a otros ha resultado ser no significativo.

Tabla IV-37: Estimación de los parámetros de la función transición logística para los diferentes subsistemas de precios

Variable transición	Subsistema PTR-PAS		Subsistema PAS-PDI		Subsistema PDI-PCE	
	ΔPAS_{t-1}	ΔPTR_{t-3}	ΔPAS_{t-3}	ΔPAS_{t-1}	ECT _{3,t-1}	ΔPDI_{t-1}
↗	120,68 (2,69)	5,011 (1,87)	53,16 (0,29)	500,1 (20,98)	77,86 (1,76)	110,89 (14,04)

\hat{c}	-0,029 (-8,79)	0,0729 (20,079)	-0,021 (-0,86)	0,092 (10,05)	0,023 (10,14)	0,029 (4,45)
-----------	-------------------	--------------------	-------------------	------------------	------------------	-----------------

Los valores entre paréntesis se corresponden con los t-ratios robustos a la heterocedasticidad

El segundo resultado interesante es que en el resto de casos, el valor estimado del parámetro γ es muy elevado (por encima de 100). Esto, como acabamos de mencionar, lo que nos indica es que el paso de un régimen a otro se realiza de forma abrupta, lo que nos da una idea de que probablemente un modelo de cointegración por umbrales podría describir el mecanismo de transmisión de precios en la cadena de madera aserrada chilena.

Por tanto, en lo que queda de sección vamos a tratar de estimar el TVECM que mejor se ajusta a los tres subsistemas, siguiendo a los trabajos de Lo y Zivot (2001) y Hansen y Seo (2002). Dado que los procesos de estimación son muy diferentes en el ETVECM y TVECM, para la especificación de los TVECM, hemos partido de la especificación del modelo lineal (4.11) y hemos considerado que la no linealidad podría ser generada por cualquiera de las variables que hemos presentado en la Tabla IV.8. En todo caso, esta forma de proceder es una novedad en la literatura empírica, en las que los diferentes regímenes se asociaban a los residuos de la relación de cointegración existente entre las dos variables de cada subsistema. Como se puede apreciar, en este trabajo hemos flexibilizado el enfoque. En este caso, la elección de la variable que generaba la no linealidad en cada sistema se basó en la minimización del criterio de información de Akaike (AIC) y Schwarz (BIC).

Los resultados indicaron que en el subsistema PTR-PAS, la variable que generaba la no linealidad era ΔPAS_{t-1} , en el subsistema PAS-PDI era ΔPDI_{t-1} y en el subsistema PDI-PCE, la variable era ΔPCE_{t-1} . En segundo lugar, en los tres subsistemas se produce un resultado similar en el sentido que era el precio del eslabón inferior de la cadena el que generaba la no linealidad. En tercer lugar, tampoco en este caso el precio de exportación resultó relevante para explicar los procesos de transmisión de precios en la cadena de madera aserrada en Chile. En cuarto lugar, si comparamos los resultados con los obtenidos para el LSTVECM, observamos que solamente en el subsistema PTR-PAS, la variable de transición seleccionada es la misma. En el resto de casos, difieren. Finalmente, dado que para cada subsistema la variable de transición es diferente, el análisis lo vamos a realizar para cada subsistema. Si la variable hubiese sido la misma,

podríamos haber estimado un modelo con los cuatro precios y una misma variable de transición.

Una vez que hemos definido la variable que determina la no linealidad en los procesos de ajuste de los precios a lo largo de la cadena de madera aserrada en Chile, el siguiente paso ha consistido en determinar si el ajuste es, efectivamente, no lineal y, en su caso, el número de regímenes existentes a lo largo de la muestra. En los tres subsistemas, no es posible rechazar que el modelo que mejor se ajusta a los datos es un modelo con tres regímenes asociados a los valores que tome la correspondiente variable umbral en cada sistema (Tabla IV.12).

En la Tabla IV.13 presentamos la estimación de los parámetros de largo plazo de los modelos TVECM correspondientes a los tres subsistemas de precios considerados en este trabajo. Para llegar a ese resultado final, hemos realizado un análisis previo. Dado que en los tres modelos no lineales estimados inicialmente, la relación entre cada par de precios en cada subsistema se aproximaba mucho a una relación (1, -1), al igual que ocurría con el modelo lineal que vimos al principio de esta sección; lo que hemos hecho ha sido volver a estimar los tres modelos imponiendo dicha restricción, utilizando el procedimiento de Hansen y Seo (2002) y verificar si se seguía manteniendo la hipótesis de no linealidad con tres regímenes. En dos de los subsistemas, PAS-PDI y PDI-PCE, es decir, en las relaciones de precios entre los últimos escalones de la cadena, la imposición de dicha restricción era compatible con la no linealidad, hipótesis que no se sostenía en la relación de precios PTR-PAS.

Tabla IV-38: Contrastes para determinar el número de regímenes en los modelos TVECM

Subsistema	Variable umbral	Contraste modelo lineal frente a modelo no lineal con 2 regímenes	Contraste modelo lineal frente a modelo no lineal con 3 regímenes	Contraste modelo no lineal con 2 regímenes frente a un modelo con 3 regímenes	Valores que delimitan los regímenes asociados a la variable umbral
PTR-PAS	ΔPAS_{t-1}	92,213 (0,000)	184,78 (0,000)	81,962 (0,000)	$\hat{\lambda}_1 = 0,017$ $\hat{\lambda}_2 = 0,052$
PAS-PDI	ΔPDI_{t-1}	79,081 (0,000)	178,23 (0,000)	66,362 (0,000)	$\hat{\lambda}_1 = 0,018$ $\hat{\lambda}_2 = 0,051$

PDI-PCE	ΔPCE_{t-1}	101,21 (0,000)	214,97 (0,000)	86,46 (0,000)	$\hat{\lambda}_1 = 0,012$ $\hat{\lambda}_2 = 0,049$
---------	--------------------	-------------------	-------------------	------------------	--

Los valores entre paréntesis se corresponden con los p-valores

En la segunda fila de cada subsistema en la Tabla IV.13, así como en la última columna de la Tabla IV.12, se recogen los valores de los umbrales estimados para cada subsistema de precios de la cadena de valor de madera aserrada en Chile. Estos valores umbrales o costes de transacción obtenidos, se pueden considerar como un estimador de la distorsión existente en la transmisión de precios en cada eslabón de la cadena considerada. A partir de la magnitud de dichos umbrales estimados, se pueden diferenciar tres regímenes en cada subsistema. En el primer eslabón de la cadena (precios de la troza-precio de la madera aserrada), era ésta última variable la que generaba el carácter no lineal de la transmisión. Por tanto, diferenciamos tres regímenes asociados a variaciones de la variable PAS. En concreto, el primer régimen está asociado a períodos en los que disminuye el precio de la madera aserrada o en los que el aumento es muy pequeño (1,15%). El segundo régimen está asociado a variaciones positivas del precio de la madera aserrada de hasta el 5% y el tercero a períodos en los que la variación de dicho precio es superior al 5%.

Tabla IV-39: Parámetros a largo plazo en la estimación de los modelos TVECM asociado a los tres subsistemas de precios de la cadena de madera aserrada en Chile.

$ECT = \begin{pmatrix} 1 & -1,125 & -0,007 & 0,006 \\ & (-15,24) & (-2,93) & (4,88) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} PAS \\ PTR \\ DT_1 \\ DT_2 \end{pmatrix}$			
Subsistema PTR-PAS			
	Régimen 1 $\Delta PAS_{t-1} \leq 0,0172$	Régimen 2: $0,0172 < \Delta PAS_{t-1} < 0,052$	Régimen 3 $\Delta PAS_{t-1} \geq 0,052$
$\hat{\alpha}$ $\begin{pmatrix} \Delta PAS \\ \Delta PTR \end{pmatrix}$	$\hat{\alpha}^1 = \begin{pmatrix} -0,013 \\ (-1,50) \\ 0,014 \\ (-1,21) \end{pmatrix}$	$\hat{\alpha}^2 = \begin{pmatrix} -0,042 \\ (-2,050) \\ 0,133 \\ (3,05) \end{pmatrix}$	$\hat{\alpha}^3 = \begin{pmatrix} -0,068 \\ (-2,70) \\ 0,018 \\ (0,83) \end{pmatrix}$
$ECT = \begin{pmatrix} 1 & -1,00 & 0,004 & -0,00028 \\ & & (4,82) & (-2,07) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} PDI \\ PAS \\ DT_1 \\ DT_2 \end{pmatrix}$			
Subsistema PAS-PDI			
	Régimen 1 $\Delta PDI_{t-1} \leq 0,018$	Régimen 2: $0,018 < \Delta PDI_{t-1} < 0,051$	Régimen 3 $\Delta PDI_{t-1} \geq 0,051$

$\hat{\alpha}$ $\begin{pmatrix} \Delta PDI \\ \Delta PAS \end{pmatrix}$	$\hat{\alpha}^1 = \begin{pmatrix} -0,013 \\ (-1,50) \\ 0,051 \\ (2,10) \end{pmatrix}$	$\hat{\alpha}^2 = \begin{pmatrix} 0,061 \\ (0,81) \\ 0,24 \\ (3,01) \end{pmatrix}$	$\hat{\alpha}^3 = \begin{pmatrix} -0,04 \\ (-2,77) \\ 0,21 \\ (2,80) \end{pmatrix}$
$ECT = \begin{pmatrix} 1 & -1,00 & -0,00042 & -0,00031 \\ & & (-3,76) & (-5,16) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} PCE \\ PDI \\ DT1 \\ DT2 \end{pmatrix}$ <p style="text-align: right;">Subsistema PDI-PCE</p>			
	Régimen 1 $\Delta PCE_{t-1} \leq 0,012$	Régimen 2: $0,012 < \Delta PCE_{t-1} < 0,049$	Régimen 3 $\Delta PCE_{t-1} \geq 0,049$
$\hat{\alpha}$ $\begin{pmatrix} \Delta PCE \\ \Delta PDI \end{pmatrix}$	$\hat{\alpha}^1 = \begin{pmatrix} -0,139 \\ (-2,55) \\ 0,049 \\ (0,99) \end{pmatrix}$	$\hat{\alpha}^2 = \begin{pmatrix} -0,237 \\ (2,752) \\ 0,70 \\ (4,279) \end{pmatrix}$	$\hat{\alpha}^3 = \begin{pmatrix} -0,48 \\ (-1,965) \\ 0,23 \\ (0,49) \end{pmatrix}$

Elaboración propia

En el sistema PAS-PDI, es el precio de la madera dimensionada el que condiciona el proceso de transmisión. En este caso, el proceso de transmisión es diferentes dependiendo de si la variación del precio de la madera dimensionada es negativo o positivo pero inferior al 1,20%, se sitúa entre un 1,20% y un 5%, o bien si supera dicho umbral. Finalmente, en el tercer subsistema (PDI-PCE), son las variaciones en el precio de la madera cepillada las que determina el proceso de transmisión de precios. Dicho proceso es diferentes dependiendo si la variación de dicho precio es negativo o positivo hasta un 1,8%, o bien se sitúa entre este último valor y el 5%, o bien si supera dicho 5%. Finalmente, en la tercera fila dentro de cada subsistema, la Tabla IV.13 recoge la estimación de los parámetros α , que miden la velocidad con la que el vector de cointegración regresa a su equilibrio después de haberse producido un shock en el sistema. Tal y como están especificadas las relaciones de cointegración, lo que esperamos es que los coeficientes α asociados a la primera variable en cada subsistema (PAS, PDI y PCE, respectivamente) sean negativos, lo que indica que tras un shock inesperado en la relación de cointegración se vuelve a equilibrio. Para el caso de la segunda variable (PTR, PAS y PDI, respectivamente), dado que el parámetro β en cada relación de cointegración es negativo, lo que se espera es que el coeficiente de ajuste correspondiente sea positivo, lo que ocurre con carácter general.

Si nos centramos en el primer subsistema (PTR-PAS), lo primero que destacamos es que la velocidad del ajuste, sobre todo en el caso de la madera aserrada, ante un shock en el margen comercial (relación de equilibrio a largo plazo entre los dos precios) es mayor en períodos en los que la volatilidad del precio de la madera aserrada es mayor.

En el caso del precio de las trozas, la velocidad de ajuste es mayor en el régimen intermedio. En términos generales, el precio de la madera aserrada es más sensible a los shocks que el mercado de las trozas.

En el sistema PAS-PDI se observa un patrón similar. El precio de la madera dimensionada reacciona en mayor medida ante un shock en el margen comercial en períodos de mayor volatilidad en dicho mercado. El precio de la madera aserrada reacciona de forma significativa en todos los regímenes y en el régimen central su ajuste es incluso más rápido que el del precio de la madera dimensionada. En el tercer subsistema (PDI-PCE), recordemos que las dinámicas de precios se deben al signo y magnitud de las variaciones del precio de la madera cepillada. En este caso, cuando se produce un shock en el margen comercial en este eslabón de la cadena, el precio de la madera cepillada reacciona independientemente del régimen en el que estemos, si bien el ajuste es más rápido en aquellos trimestres en los que la volatilidad positiva del precio de la madera cepillada aumenta. El precio de la madera dimensionada, sólo reacciona en el régimen central.

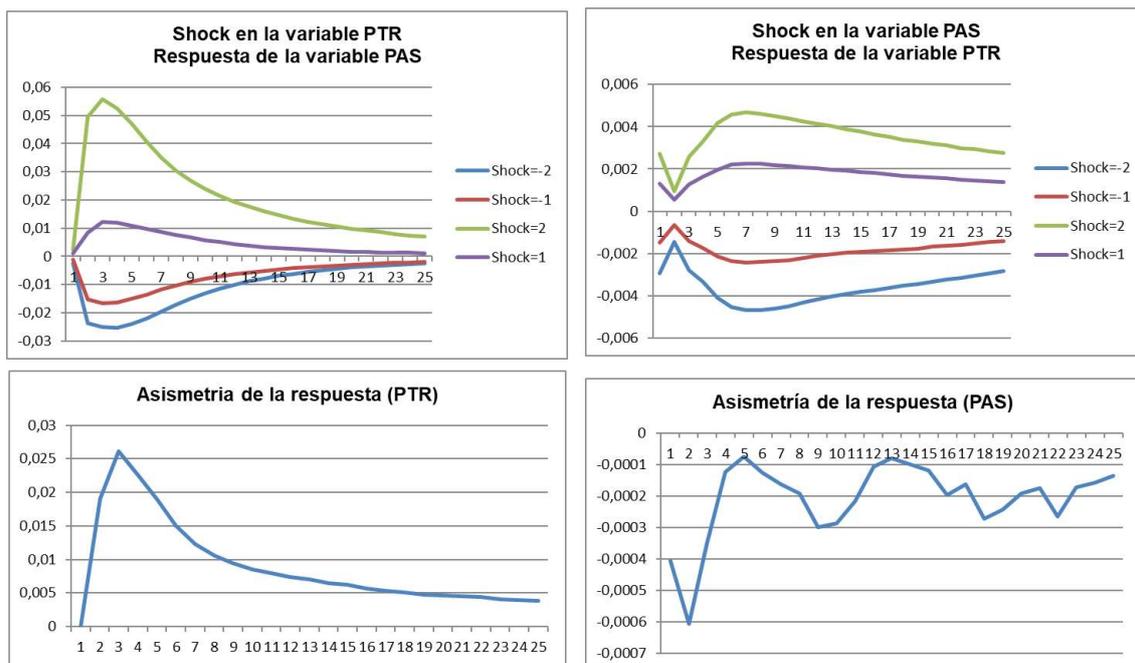
IV.4.4 Análisis de la dinámica a corto plazo

A pesar de que los resultados obtenidos en la Tabla IV.13 nos dan una idea aproximada de las asimetrías existentes en el mecanismo de transmisión de precios en el sector de la madera aserrada en Chile, el análisis de la dinámica del corto plazo nos va a permitir determinar con mayor precisión la magnitud y dirección de dichas relaciones asimétricas. Como mencionamos en la sección 2, la dinámica a corto plazo se va a analizar a partir del cálculo de las denominadas Funciones Impulso Respuesta Generalizadas (FIRG). Estas funciones miden el efecto en el tiempo ante un shock inesperado sobre un determinado precio del sistema. En un contexto de modelos no lineales, esta herramienta es de gran utilidad debido a que nos va a permitir cuantificar los efectos producidos por la acción de un shock positivo (incremento) o negativo (disminución) en un determinado precio. Además, el período de tiempo o el régimen en el que se produce el shock se convierte en un factor determinante a la hora de cuantificar la respuesta final que tendrá la serie analizada. Si la suma de las respuestas antes shocks positivos y negativos, es distinto de cero en valor absoluto, se puede decir que existe un comportamiento asimétrico en los ajustes de las series.

Para determinar si efectivamente existe un comportamiento asimétrico, las Funciones Impulso-Respuesta se han estimado considerando shocks positivos y negativos de magnitudes 1% y 2%. Posteriormente, se han sumado, para cada horizonte de predicción, las respuestas medias obtenidas para cada observación de la muestra ante shocks positivos y negativos de la misma magnitud en valor absoluto y se ha calculado la medida ASY (ecuación 4.40) (Potter, 1995)

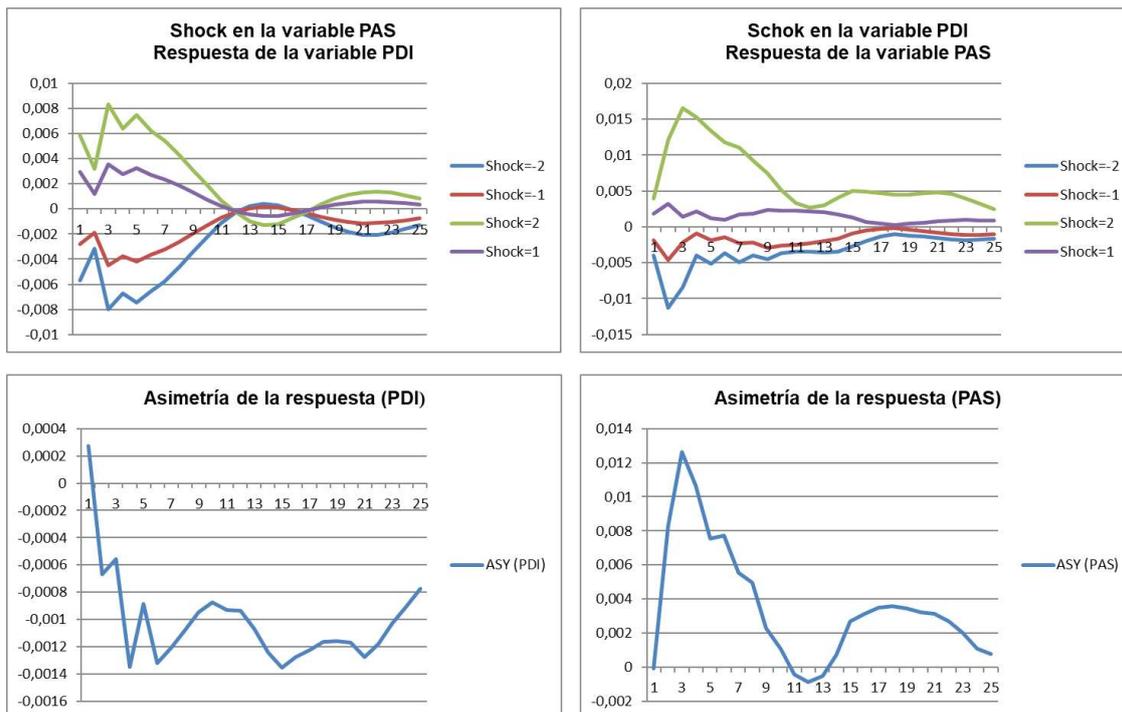
A continuación, pasemos a comentar los principales resultados obtenidos para cada subsistema de precios. Dado que el principal interés consiste en analizar las reacciones cruzadas, esto es, cómo reacciona cada precio dentro de cada sistema a un shock en el otro precio, en cada subsistema, solo analizamos dichas respuestas cruzadas. En el Gráfico IV.3 se muestran las respuestas del precio de la troza (PTR) y de la madera aserrada (PAS) ante un shock en el otro precio. En este eslabón de la cadena de labor, la transmisión de precios es vía coste. En efecto, observamos que un shock en el precio de la troza genera un shock inmediato en el precio de la madera aserrada, mientras que si el shock se produce en este último mercado, la magnitud de la respuesta del precio de la troza es insignificante. Asimismo, esa transmisión vía coste es claramente asimétrica tanto en magnitud como en signo. La respuesta ante un shock del 2%, más que duplica la respuesta ante un shock del 1%. Asimismo, las respuestas ante shocks positivos son de mayor magnitud que las que tienen lugar ante shocks negativos. El resultado es que la medida de asimetría es claramente positiva hasta algo más de un año y luego se anula.

Gráfico IV-28: Funciones impulso-respuesta en el sistema formado por el precio de las trozas y el precio de la madera aserrada (PTR-PAS)



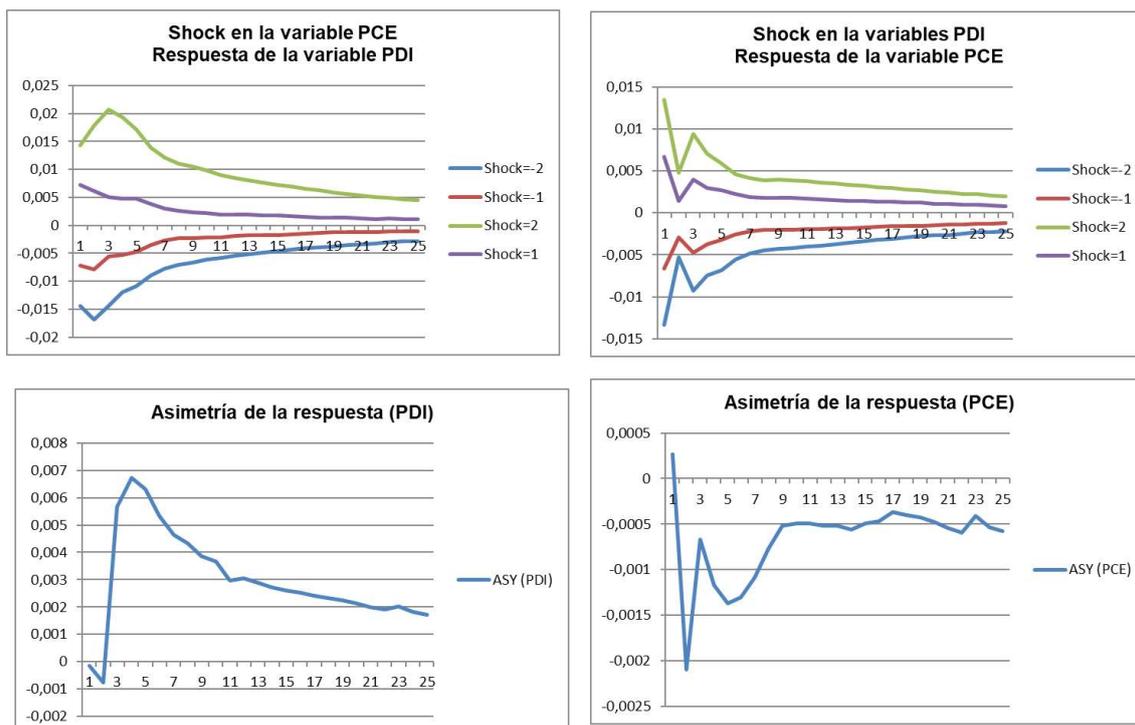
La situación difiere en el siguiente eslabón de la cadena, es decir, entre el precio de la madera aserrada y el precio de la madera dimensionada (Gráfico IV.4). En este caso, la transmisión de precios es vía demanda. En efecto, un shock en el precio de la madera aserrada genera respuestas poco significativas en el precio de la madera dimensionada. Sin embargo, si el shock se produce en éste último, la respuesta en el precio de la madera aserrada es de mayor magnitud. Asimismo, es en este caso donde se producen respuestas asimétricas tanto en magnitud como en signo. Las respuestas del precio de la madera aserrada ante shocks positivos en el precio de la madera dimensionada son superiores a las que se producen cuando los precios disminuyen. Asimismo, observamos que la magnitud de las respuestas se incrementa conforme aumenta la magnitud del shock inicial generando asimetrías positivas durante dos años (8 trimestres). Si el shock se produce en el precio de la madera aserrada, las respuestas, como hemos mencionado, son de menos magnitud y simétricas.

Gráfico IV-29: Funciones impulso-respuesta en el sistema formado por el precio de la madera aserrada y el precio de la madera dimensionada (PAS-PDI)



Analicemos el último eslabón de la cadena (PDI-PCE). Como se puede apreciar en el Gráfico IV.5, el comportamiento es muy parecido al del eslabón anterior. Se aprecia que también en este eslabón, la transmisión es vía demanda, ya que un shock en el precio de la madera cepillada genera respuestas de mayor magnitud, que en el caso de que el shock se genere en el precio de la madera dimensionada. Asimismo, en el primer caso, parece existir cierta asimetría durante el primer año, tanto en magnitud como en signo; si bien, son mucho menos significativas que en el eslabón anterior y además, mucho menos persistentes en el tiempo. Un shock en el precio de la madera dimensionada genera respuestas poco significativas y simétricas en el precio de la madera cepillada.

Gráfico IV-30: Funciones impulso-respuesta en el sistema formado por el precio de la madera dimensionada y el precio de la madera cepillada (PDI-PCE)



IV.5 Conclusiones

En este capítulo hemos analizado los mecanismos de transmisión de precios a lo largo de la cadena de valor de la madera aserrada en Chile. A pesar de la importancia de este sector en Chile, este es el primer trabajo que aborda este tipo de análisis en Chile, siendo ésta una de las principales contribuciones de este trabajo. Desde el punto de vista metodológico, hemos trabajado con los desarrollos más recientes en la econometría de series temporales y creemos haber introducido contribuciones relevantes en la aplicación empírica que no se habían implementado con anterioridad en este tipo de trabajos.

La principal aportación es que hemos propuesto un enfoque integral y enormemente flexible que tiene en cuenta los siguientes aspectos: 1) las propiedades estocásticas de las series (incluida la posible presencia de cambios estructurales que es un aspecto recurrente cuando la muestra es suficientemente larga); 2) adopta un enfoque multivariante, frente a los enfoques multivariantes utilizados hasta la fecha; 3) parte de un enfoque general no lineal a partir de cual se puede llegar al mejor modelo a partir de los resultados obtenidos de una serie de contrastes. La literatura, hasta la fecha, especificaba los modelos de forma ad hoc y a priorística; y 4) el enfoque adoptado permite responder simultáneamente a las tres cuestiones que más ha preocupado a la

literatura sobre transmisión de precios (la elasticidad de transmisión, la dirección causal de la transmisión y la posible existencia de asimetrías).

La adopción de este enfoque nos ha permitido justificar la especificación de un modelo de cointegración por umbrales (TVECM) a partir del cual hemos analizado tanto el comportamiento a largo plazo como las dinámicas de ajuste en el corto plazo. Desde el punto de vista estrictamente empírico, los principales resultados encontrados son los siguientes. En primer lugar, los resultados obtenidos indican que el nivel de integración vertical existente es bastante elevado. En efecto, entre los 4 precios considerados, correspondientes a otros tantos eslabones de la cadena, hemos identificado 3 relaciones de equilibrio que relacionan cada uno de ellos, únicamente los precios correspondientes a dos eslabones consecutivos de la cadena (PTR-PAS; PAS-PDI; PDI-PCE). Además, salvo en el primer caso, las elasticidades de transmisión son iguales a uno y en el caso restante, ligeramente por encima de la unidad (aunque próximo). Esto nos ha permitido poder descomponer el sistema de 4 precios, en tres subsistemas bivariantes, lo que ha facilitado las tareas de estimación y contrastación.

Un segundo resultado interesante radica en el hecho de que en los tres subsistemas de precios la no linealidad no viene determinada por los residuos de la relación de cointegración, sino siempre por las variaciones de precios existentes en el precio asociado al eslabón inferior de cada pareja de precios considerada. Es decir, al analizar la relación PTR-PAS, la variable umbral viene marcada por la variación de precios de la madera aserrada, en la relación PAS-PDI, por las variaciones del precio de la madera dimensionada; y en la relación PDI-PCE por las variaciones de precio de la madera cepillada. Y este resultado es una novedad, ya que toda la literatura empírica existente únicamente consideraba la magnitud de los cambios en la relación de equilibrio a largo plazo (los residuos de la relación de equilibrio), la que condicionaba los diferentes regímenes en relación a la dinámica de ajuste en el sistema.

El sector de la madera aserrada en Chile es un sector muy concentrado, sobre todo en las primeras etapas de la producción hasta la fabricación de madera aserrada, mientras que se atomiza un poco más en los últimos eslabones, ya que entran en juego una mayor multiplicidad de clientes como las constructoras o las fábricas de muebles. Por tanto, se esperaba que esas relaciones pudiesen diferir en los tres eslabones. Y eso es lo que hemos encontrado en este trabajo. Si bien en todos los eslabones de la cadena se han detectado asimetrías en la transmisión de precios, éstas son de mucha mayor magnitud

en las etapas iniciales (escalón PTR-PAS). En segundo lugar, mientras que la dirección de la transmisión es vía coste al principio de la cadena, en los últimos eslabones los ajustes son vía demanda. En definitiva, en el mercado de la madera aserrada en Chile, en aquellos eslabones en los que es más evidente la concentración horizontal (como vimos en el Capítulo 2, la estructura se aproxima mucho a un oligopolio), con un desequilibrio claro en cuanto al poder de mercado, los procesos de transmisión son asimétricos con asimetrías positivas; esto es, los aumentos de precios se repercuten mucho más rápidamente que las disminuciones de precios, lo que genera un aumento de margen en las grandes empresas en el medio y largo plazo. En los eslabones donde existe mayor competencia, si bien se mantienen estas asimetrías, son de una magnitud muy inferior y de menor duración.

V. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

En este último capítulo y para finalizar este trabajo, expondremos brevemente los principales aspectos que hemos abordado durante el desarrollo de esta Tesis. Está estructurado en tres partes; en la primera, comentaremos por qué se eligió realizar la presente investigación y qué objetivos se plantearon. Luego se hará referencia a la estructura de la investigación y a las metodologías que se utilizaron, y por último, se presenta un resumen de los principales resultados, las limitaciones y trabajos futuros.

En las últimas cuatro décadas, el sector forestal ha formado parte importante de la estrategia de crecimiento económico de Chile, dentro del cual se encuentra el sector de la madera aserrada. Este sector ha crecido constantemente, aunque en los últimos años ha perdido velocidad en su crecimiento; sin embargo, aún sigue siendo uno de los sectores más importantes de la economía chilena, en cuanto a su aporte al PIB nacional, generación de empleo y su importancia en el sector exportador nacional.

El desarrollo del mercado forestal chileno está condicionado por lo que pasa en el exterior, dado que es un importante país exportador, pero también de lo que sucede en el mercado interno. Desde este punto de vista, en esta Tesis nos hemos planteado dos grandes objetivos relacionados con el mercado internacional y el mercado doméstico, respectivamente.

En relación al mercado internacional, nos hemos preguntado si podemos hablar de un mercado si para la madera aserrada existe un único precio de referencia internacional, o si cada país o grupo de países tienen sus propios precios de referencia, de acuerdo a sus referentes cercanos. En concreto, hemos analizado si la dinámica de los precios de exportación de los principales países exportadores convergía a un único precio o, por el contrario, existían diferentes segmentos o clubes de países. En este segundo caso, se trataba de determinar a qué segmento pertenecía Chile y cuál sería su referente internacional. Asimismo, hemos tratado de analizar cuáles han sido los factores que determinan la inclusión de Chile en un determinado segmento.

En relación al mercado doméstico, éste se caracteriza por la existencia de un mercado oligopolio, por lo que el segundo gran objetivo que nos hemos planteado es cuáles son los efectos de esta estructura de mercado en la transmisión de información y precios a lo largo de la cadena. Dicho en otras palabras, pretendíamos determinar, a partir del análisis de los mecanismos de transmisión de precios, si esta estructura oligopólica ejercía su poder de mercado o, por el contrario, los mecanismos de transmisión de precios eran compatibles con los que se esperarían en mercado competitivos.

Para alcanzar estos dos objetivos se han utilizado planteamientos metodológicos diferentes, actualizados y adecuados para responder las cuestiones propuestas. Así, para la consecución del primer objetivo se ha utilizado el análisis de convergencia, una metodología que partió de la teoría del crecimiento, pero que desde la última década se ha empezado a utilizar en relaciones de precios en muy diferentes mercados. Sin embargo, hasta la fecha no se había aplicado a recursos renovables como la madera, ni en general al sector primario de la economía, constituyendo esta Tesis, asimismo, una de las primeras aplicaciones de esta metodología en el contexto chileno.

Para la consecución del segundo objetivo, esta Tesis propone como novedad la aplicación de un esquema flexible que permite abordar el análisis de los mecanismos de transmisión de precios a lo largo de la cadena comercial. En vez de elegir de forma ad hoc un determinado modelo, la metodología que se propone sugiere la utilización de una serie de contrastes secuenciales que permite al investigador, a partir de los resultados obtenidos, especificar el modelo que mejor se ajuste a la dinámica de precios existente en un determinado mercado. La metodología propuesta no sólo tiene en cuenta de forma rigurosa las propiedades estocásticas de las series utilizadas (incluyendo la posible existencia de rupturas estructurales tanto en los contrastes de raíces unitarias

como en los de cointegración), sino también permite abordar de forma ordenada la mayor parte de aspectos que han centrado la literatura en los últimos años, como pueden ser, la posible existencia de ajustes no lineales y asimetrías en los mecanismos de transmisión de precios, la selección de la variable que genera la no linealidad, o la posibilidad de considerar ajustes discretos y abruptos o suaves en la transición entre regímenes. Finalmente, el enfoque propuesto permite analizar simultáneamente las relaciones de equilibrio a largo plazo como las dinámicas de ajuste a corto plazo.

Sin duda, esta es la principal contribución de esta Tesis a la literatura existente. Desde el punto de vista empírico, el estudio de los mecanismos de transmisión en la cadena de la madera aserrada prácticamente no se ha estudiado con anterioridad. La literatura revisada apenas llega a 10 trabajos. Finalmente, es la primera vez que se realiza este tipo de estudios para el mercado forestal chileno.

Los resultados obtenidos de los análisis efectuados para responder a los dos objetivos planteados, sugieren algunas consideraciones que queremos resumir en las próximas líneas. En relación al mercado internacional de madera aserrada, podemos afirmar que no existe una convergencia de precios, sino que por el contrario, se trata de un mercado segmentado. En realidad, podemos hablar de dos grandes clubes de países, además de Rusia, cuyos precios incluso muestran cierta divergencia frente a la tendencia mostrada por los otros dos clubes. El primer club está conformado por Chile, Estados Unidos, Letonia y Nueva Zelanda; mientras que el segundo club incluye a Alemania, Austria, Canadá, Finlandia y Suecia. Ambos clubes muestran patrones de comportamiento diferenciados, como así recogen los análisis de causalidad llevados a cabo. Estos mismos análisis nos permiten concluir que son los factores de demanda los que explican mejor el comportamiento de los diferentes precios. Esto es muy evidente en el caso de China, que aun siendo el segundo importador mundial de madera aserrada, el crecimiento anual de sus importaciones muestra una tendencia creciente, muy por encima de cualquier otro país importador. Esta relación causal es mucho más evidente en el club 2 y en Rusia, que es el principal exportador hacia China. Finalmente, en relación a los principales determinantes de la pertenencia de los diferentes países a los dos clubes, los resultados de este trabajo indican que cuanto menor es el diferencial de precios existente entre los diferentes países y mayor sea la cuota de mercado conjunta, mayor es la probabilidad de pertenencia a un mismo segmento o club.

En relación al análisis del mercado interno, ya hemos comentado que la principal contribución de esta tesis es el diseño que un enfoque metodológico nuevo y flexible que nos ha permitido responder, utilizando los desarrollos más recientes en la econometría de series temporales, a los desafíos que ha planteado la literatura empírica sobre transmisión de precios a lo largo de la cadena comercial. Asimismo, las propiedades estocásticas de las series se han analizado de forma rigurosa, sobre todo teniendo en cuenta la posible existencia de cambios estructurales en un caso como este, en el que el período muestral es relativamente largo.

La aplicación del enfoque mencionado nos ha permitido constatar, que a pesar del comportamiento oligopólico en los primeros eslabones de la cadena comercial, el mercado de la madera aserrada en Chile se encuentra bastante integrado. En efecto, entre los cuatro precios considerados a lo largo de dicha cadena comercial, hemos identificado tres relaciones de equilibrio a largo plazo y cada relación encontrada relaciona dos eslabones consecutivos de la mencionada cadena (trozas, madera aserrada; madera aserrada-madera dimensionada; y madera dimensionada-madera cepillada). Asimismo, en cada una de estas relaciones la elasticidad a largo plazo es la unidad o tiene un valor muy próximo.

Un segundo resultado interesante radica en el hecho de que el duopolio existente en el mercado chileno de la madera aserrada únicamente tiene un reflejo en las principales etapas de la cadena comercial (eslabón trozas-madera aserrada), mientras que los mercados se comportan asemejándose bastante a lo que sería la competencia perfecta, en el resto de eslabones. En el primer eslabón, las asimetrías positivas son muy evidentes en favor de los grandes operadores. En efecto, el proceso de transmisión es vía coste y los incrementos de la materia prima (trozas) se transmiten de forme mucho más rápida que las disminuciones, provocando en el largo plazo un incremento del margen para dichos operadores, lo cual puede constituir un problema para los pequeños aserradores que no tienen esa capacidad, teniendo en cuenta que uno de los grandes problemas a los que se que enfrenta la pequeña y mediana industria del aserrío es el abastecimiento de trozas, puesto que habitualmente no dispone de bosques y deben comprar a precios elevados y no se puede beneficiar de mayores márgenes en situaciones de precios a la baja. Como sí pueden hacer los dos principales operadores. En el resto de eslabones, los mecanismos de transmisión son vía demanda, dado que

existe un mayor número de operadores y aunque se generan ciertos comportamientos asimétricos, éstos son de muy escasa magnitud.

El segundo resultado interesante que se ha obtenido es que los procesos de ajustes no lineales que se han encontrado en los mecanismos de transmisión de precios entre los diferentes eslabones de la cadena comercial no viene determinado por el margen comercial (lo que la práctica totalidad de la literatura refleja con el error de la relación de equilibrio entre dos precios), sino que viene condicionado por las variaciones del precio situado en el eslabón inferior. Es decir, en el eslabón precio de trozas-precio de la madera aserrada, es éste último el principal determinante de los ajustes no lineales; el sistema se comporta de forma diferente según la variación que experimenta dicho precio. Y lo mismo ocurre en los otros dos eslabones considerados. Éste es un resultado muy interesante que debería considerarse en los trabajos empíricos futuros. En vez de asumir, de forma ad hoc que es el residuo del vector de cointegración el que genera los ajustes, los investigadores deberán llevar a cabo los contrastes que hemos aplicado en esta Tesis para poder concluir si es dicho error o cualquier otra variable estacionaria la que determina esa no linealidad. En esta Tesis, incluso hemos considerado que una variable exógena, como es el precio de exportación, podría ser el responsable de dichos ajustes, teniendo en cuenta la importancia de Chile en el mercado mundial, como hemos visto en este trabajo. Esta hipótesis, sin embargo, ha sido rechazada en esta Tesis, pero eso no significa que pudiera ser válida en otros trabajos similares en éste o en otros sectores y países.

Los resultados obtenidos indican que aunque el mercado Chileno de madera aserrada está muy concentrado horizontalmente e integrado verticalmente, las distorsiones de precios se concentran en los primeros eslabones de la cadena comercial. Es aquí donde el poder de mercado del oligopolio existente se hace más evidente, ya que se aprecian asimetrías significativas teniendo en cuenta la magnitud y signo del shock inicial. En efecto, las respuestas del precio de la madera aserrada ante shocks positivos en el precio de las trozas son diferentes a si lo que se producen son shocks negativos, generando en el largo plazo ganancias de margen en los grandes operadores. Dado que en el resto de eslabones este fenómeno no es tan evidente, las políticas públicas de transparencia de mercados deberían de centrarse en este eslabón. Una posible solución sería la de crear un Observatorio que recogiese la evolución de los precios en estos primeros eslabones. Una segunda alternativa podría ser la concesión de ayudas que favorezcan la

concentración o actuación colegiada de los pequeños aserraderos a fin de poder participar en la fijación de precios.

En todo caso, los resultados obtenidos en este trabajo se deben interpretar con cierta cautela, ya que están condicionados a la información disponible. En este sentido, y sobre todo en lo que se refiere a la cadena comercial, la disponibilidad de precios únicamente con una frecuencia trimestral limita bastante este tipo de estudios. Datos de mayor frecuencia (idealmente semanal) serían mucho más adecuados para realizar análisis de este tipo y examinar con mayor profundidad los mecanismos de transmisión. Al utilizar datos agregados existe una pérdida de información que puede esconder el verdadero mecanismo de transmisión de precios en el caso del análisis de la cadena de valor a nivel nacional, pues como señalan Von Cramon-Taubadel et al. (2006), la agregación de datos lleva a que a menudo se asuma que el comportamiento de indicadores agregados reproduzca el comportamiento que cabría esperar para agentes individuales.

Un argumento similar puede esgrimirse para el caso de la convergencia de precios internacionales, pues estos corresponden a promedios anuales, que además de presumiblemente sufrir de un problema similar al anteriormente descrito, se tiene que se esconden otras características que pueden surgir en las series de tiempo, como diferentes patrones de estacionalidad, patrones de crecimiento de las plantaciones y climas, lo que influye en las calidades de la madera que pueden eventualmente ser relevantes para el análisis.

Otro aspecto relevante que aborda esta investigación, como se mencionó previamente, es la posibilidad que los precios internacionales afecten la dinámica de formación de precios del mercado interno, como sugiere la teoría económica; sin embargo, el período de captura de datos para ambos capítulos difiere, además de la frecuencia de estos, lo que no permite establecer una relación directa entre ambas metodologías.

Como se ha mencionado en repetidas ocasiones a lo largo de esta Tesis, este trabajo contribuye de forma significativa a comprender mejor el funcionamiento de los mercados forestales, así como a la forma de analizar los procesos de transmisión de precios a lo largo de la cadena comercial en cualquier sector económico. Este trabajo también ha abierto una serie de posibilidades de investigación futura. Una extensión evidente sería comparar los mecanismos de transmisión de precios entre países con similitudes productivas, como puede ser el caso de Nueva Zelanda o Canadá, entre

otros, con el fin de determinar si los patrones encontrados pueden generalizarse, sobre todo en lo referente a la influencia del precio internacional. Otra extensión directa sería aplicar este mismo enfoque a otros mercados relacionados, como podría ser la cadena productiva de la celulosa, sector que ha venido creciendo de forma significativa en Chile en los últimos años. Además, este enfoque cuantitativo podría completarse en el futuro con enfoques más cualitativos a partir de información directa obtenida de los propios actores involucrados, a fin de contrastar los resultados obtenidos con la percepción de los distintos agentes de la cadena productiva o encontrar explicaciones para los comportamientos detectados.

Finalmente, cabe mencionar que en Chile el número de trabajos referidos a transmisión de precios, tanto vertical como horizontal, todavía es escaso; por lo que los aportes metodológicos realizados para esta investigación son susceptibles de ser utilizados en numerosos mercados chilenos, como el de las frutas, hortalizas, carne, leche, entre otros; tanto en lo que se refiere a estudios de convergencia como de transmisión de precios, lo que puede proporcionar enfoques complementarios que nos permitan comprender mejor el comportamiento de dichos mercados.

VI. REFERENCIAS

- Álvarez V., Del Campo P., Fuentes V., Gysling J. Pardo E., Soto D. (2011). El mercado de madera aserrada de pino radiata para la construcción habitacional en Chile. Instituto Forestal. Informe Técnico N°186. Recuperado de <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/19079/26795.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arauco (2016). Memoria Arauco. Recuperado de <https://www.arauco.cl/wp-content/uploads/2017/07/1-Memoria-Anual-2016-1.pdf>
- Ardeni, P. G. (1989). Does the law of one price really hold for commodity prices? *American Journal of Agricultural Economics*, 71(3), 661-669.
- Azzam, A. M. (1999). Asymmetry and rigidity in farm-retail price transmission. *American journal of agricultural economics*, 81(3), 524.
- Baffes, J., & Gardner, B. (2003). The transmission of world commodity prices to domestic markets under policy reforms in developing countries. *Policy Reform*, 6(3), 159-180.
- Bailey, D., & Brorsen, B. (1989). Price Asymmetry in Spatial Fed Cattle Markets. *Western Journal of Agricultural Economics*, 14(2), 246-252.

- Balke, N. S., Brown, S. P. A., & Yucel, M. K. (1998). Crude oil and gasoline prices: an asymmetric relationship? *Federal Reserve Bank of Dallas Economic Review*, First Quarter 2–11.
- Balke, N. S., & Fomby, T. B. (1997). Threshold cointegration. *International economic review*, 38(3), 627.
- Banerjee, A., Lumsdaine, R., & Stock, J. (1992). Recursive and Sequential Tests of the Unit-Root and Trend-Break Hypotheses: Theory and International Evidence. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 271-287. doi:10.2307/1391542
- Barrett, C., & Li, J. (2002). Distinguishing between equilibrium and integration in spatial price analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 84:292-307.
- Barro, R. and Sala-i-Martin, X. (1991). Convergence across states and regions. *Brooking Papers on Economics Activities*, 1, 107-158.
- Barro, R. and Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100, 223-251.
- Baulch, B. (1997). Transfer costs, spatial arbitrage, and testing for food market integration. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(2), 477.
- Ben-Kaabia, M. & Gil, J.M. (2007). Asymmetric price transmission in the Spanish lamb sector. *European Review of Agricultural Economics*, 34(1): 53-80.
- Bernard, A.B. and Durlauf, S.N. (1995). Convergence in international output. *Journal of Applied Economics*, 10, 97-108.
- Blanco, F., Martín, V. & Vazquez, G. (2016). Convergencia regional del precio de la vivienda en España durante el boom inmobiliario. *Estudios Urbanos*, 53 (4), 775–798. <https://doi.org/10.1177/0042098014565328>
- Buongiorno, J., & Uusivuori, J. (1992). The law of one price in the trade of forest products: co-integration tests for US exports of pulp and paper. *Forest Science*, 38(3), 539-553.
- Bhuyan, Sanjib & Lopez, Rigoberto A., (1995). Pérdidas de bienestar bajo regímenes alternativos de oligopolio: las industrias de fabricación de alimentos y tabaco de Estados Unidos. *Revista de Economía Agrícola y Aplicada. Asociación de Economía Agrícola del Sur*, vol. 27 (2), páginas 1 a 11, diciembre.
- Camacho, M. (2004), Vector smooth transition regression models for US GDP and the composite index of leading indicators. *Journal of Forecasting.*, 23: 173-196. doi:10.1002/for.912
- Carlino, G.A. & Mills, L. (1993). Are U.S. regional incomes converging? A time series analysis. *Journal of Monetary Economics*, 32, 335-346.
- Carlino, G.A. & Mills, L. (1996). Convergence and the U.S. States: a time-series analysis. *Journal of Regional Science*, 36, 597-616.
- Carrion-i-Silvestre, J.L. & German-Soto, V. (2007) Stochastic convergence amongst Mexican states. *Regional Studies*, 41, 531-541.
- Carrion-i-Silvestre, J., Kim, D., & Perron, P. (2009). GLS-Based Unit Root Tests with Multiple Structural Breaks under Both the Null and the Alternative Hypotheses. *Econometric Theory*, 25(6), 1754-1792.
- Chavas, J.P., Metha, (2004). Price dynamics in a vertical sector: the case of butter. *American Journal of Agricultural Economics* 86, 1078–1093.
- Clemente, J., Montañés, A., & Reyes, M. (1998). Testing for a unit root in variables with a double change in the mean . *Economics letters* , 59:175-182.

- Davidson, R., & Mackinnon, J. G. (1985). Testing linear and loglinear regressions against box-cox alternatives. *Canadian journal of economics*, 18(3), 498.
- Davies, R. (1987). Hypothesis testing when a nuisance parameter is present only under the alternative, *Biometrika*, Volume 74, Issue 1, March, Pages 33–43, <https://doi.org/10.1093/biomet/74.1.33>
- Davies, R. (1977). Hypothesis Testing When a Nuisance Parameter is Present Only Under the Alternative. *Biometrika*, 64(2), 247-254. doi:10.2307/2335690
- Elliot, G., T. J. Rothenberg, and J. H. Stock. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica* 64: 813-836.
- Enders, W., & Granger, C. (1998). Unit-Root Tests and Asymmetric Adjustment with an Example Using the Term Structure of Interest Rates. *Journal of Business & Economic Statistics*, 16(3), 304-311. doi:10.2307/1392506
- Evans, P y Karras (1996) Convergence revised, *Journal of Monetary Economics*, 37, 249-265
- Escribano A. & Jordá O. (1999). Improved Testing and Specification of Smooth Transition Regression Models. In: Rothman P. (eds) Nonlinear Time Series Analysis of Economic and Financial Data. *Dynamic Modeling and Econometrics in Economics and Finance*, vol 1. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5129-4_14
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2019). FAOSTAT. Índices comerciales. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/TI>
- Franses, P. H., & Haldrup, N. (1994). The effects of additive outliers on tests for unit roots and cointegration. *Journal of Business & Economic Statistics*, 12(4), 471-478.
- Frost, D., & Bowden, R. (1999). An Asymmetry Generator for Error-Correction Mechanisms, with Application to Bank Mortgage-Rate Dynamics. *Journal of Business & Economic Statistics*, 17(2), 253-263. doi:10.2307/1392480
- Gardner, B. (1975). The Farm-Retail Price Spread in a Competitive Food Industry. *American Journal of Agricultural Economics*, 57(3), 399-409. doi:10.2307/1238402
- Goodwin, B. K. (1992). Multivariate cointegration tests and the law of one price in international wheat markets. *Review of Agricultural Economics*, 14(1), 117-124.
- Granger, C. W. J., Teräsvirta, T., & Anderson, H. M. (1993). Modeling nonlinearity over the business cycle, 311-326
- Granger, C.W.J. & Lee, T.H. (1989). Investigation of production, sales and inventory relationships using multicointegration and non-symmetric error correction models. *J. Appl. Econ.*, 4: S145-S159. doi:10.1002/jae.3950040508
- Granger C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, vol. 37, (3), 424-438
- Griffith, G. R. & Piggott, N. (1994), Asymmetry in beef, lamb and pork farm-retail price transmission in Australia. *Agricultural Economics*, 10, issue 3, p. 307-316, <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:agecon:v:10:y:1994:i:3:p:307-316>.
- Hamilton, J.D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.
- Hänninen, R., Toppinen, A., Toivonen, R., (2007). Transmission of price changes in sawnwood and sawlog markets of the new and old EU member countries. *European Journal of Forest Research* 126(1), 111–120.

- Hänninen, R. 1998. The law of one price in United Kingdom soft sawnwood imports - a cointegration approach. *Forest Science* 44(1): 17-23.
- Hansen. (1996). Inference when a nuisance parameter is not identified under the null hypothesis. *Econometrica*, 413-430.
- Hansen, B. (1997). Approximate Asymptotic P Values for Structural-Change Tests. *Journal of Business & Economic Statistics*. 15(1), 60-67. doi:10.2307/1392074
- Hansen, B., & Seo, B. (2000). Testing for threshold cointegration. Manuscript.
- Hansen, B., & Seo, B. (2002). Testing for two-regime threshold cointegration in vector error-correction models. *Journal of Econometrics*, 110(2), 293-318.
- Hansen, B. (1996). Inference When a Nuisance Parameter Is Not Identified Under the Null Hypothesis. *Econometrica*, 64(2), 413-430. doi:10.2307/2171789
- Harris, D., Leybourne, S., & Taylor, A. (2016). Tests of the co-integration rank in VAR models in the presence of a possible break in trend at an unknown point. *Journal of Econometrics*, 192(2), 451-467.
- Haynes, R. (1977). A Derived Demand Approach to Estimating the Linkage between Stumpage and Lumber Markets. *Forest Science*. 23(2): 281-288.
- Houck, J.P. (1977). An approach to specifying and estimating nonreversible functions. *Amer. J. of Agri. Econ.* 59:570-572.
- INFOR, (2018). Anuario Forestal. Chilean Statistical Yearbook of Forestry. Boletín Estadístico N° 163
- INFOR, (2017). Anuario Forestal. Chilean Statistical Yearbook of Forestry. Boletín Estadístico N° 159
- INFOR, (2008). Anuario Forestal. Chilean Statistical Yearbook of Forestry. Boletín Estadístico N° 121
- INFOR, (2004). Estadísticas Forestales 2003. Boletín Estadístico N°95
- INFOR, (1987). Estadísticas Forestales 1986. Boletín Estadístico N°1
- Inoue, A. (1999). Tests of cointegrating rank with a trend-break. *Journal of Econometrics*, 90, issue 2, p. 215-237.
- Johansen, S., Mosconi, R. & Nielsen, B. (2000). Cointegration analysis in the presence of structural breaks in the deterministic trend. *Econometrics Journal* , 3:216-249.
- Johansen, S. (2005). Interpretation of Cointegrating Coefficients in the Cointegrated Vector Autoregressive Model*. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 67(1), 93-104.
- Kim, D., & Perron, P. (2009). Unit root tests allowing for a break in the trend function at an unknown time under both the null and alternative hypotheses. *Journal of Econometrics*, 148(1), 1-13.
- Koop, G., Pesaran, M. H., & Potter, S. M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. *Journal of econometrics*, 74(1), 119.
- Koutroumanidis, T., Zafeiriou, E., & Arabatzis, G. (2009). Asymmetry in price transmission between the producer and the consumer prices in the wood sector and the role of imports: The case of Greece. *Forest Policy and Economics*, 11(1), 59-64. doi:10.1016/j.forpol.2008.09.002
- Kumbhakar, S.C., Baardsen, S. & Lien, G. A. (2012). New Method for Estimating Market Power with an Application to Norwegian Sawmilling. *Rev Ind Organ* 40, 109–129 <https://doi.org/10.1007/s11151-012-9339-7>

- Lima J. (2016). Estudio de caracterización de la cadena de producción y comercialización de la industria forestal: estructura, agentes y prácticas. Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/InformeIndustriaForestal2016.pdf>
- Lloyd, T. A., McCorriston, S., Morgan, C. W. & Rayner, A. J. (2006). Food scares, market power and price transmission: the UK BSE crisis. *European Review of Agricultural Economics*, Volume 33, Issue 2, June, Pages 119–147, <https://doi.org/10.1093/erae/jbl001>
- Lo, M. C. & Zivot, E. (2001). Threshold cointegration and nonlinear adjustment to the law of one price. *Macroeconomic dynamics*, 5(4), 533.
- Loewy & Papell (1996), Are U.S. regional incomes converging? Some further evidence, *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, vol.38, 587-598.
- Löfgren, K.G. (1992). Monopsonio espacial y monopolio de precios en un entorno estocástico. *Revista de Ciencia Regional*, 32: 155-168. doi: 10.1111 / j.1467-9787.1992.tb00176.x
- Lowry, S., & Winfrey, J. (1974). The Kinked Cost Curve and the Dual Resource Base under Oligopsony in the Pulp and Paper Industry. *Land Economics*, 50(2), 185-192. doi:10.2307/3145371
- Lumsdaine, R. L., & Papell, D. H. (1997). Multiple trend breaks and the unit-root hypothesis. *Review of economics and statistics*, 79(2), 212.
- Luppold, W.G. & Baumgras J. E. (1996). Relationship between hardwood lumber and sawlog prices: A case study of Ohio, 1975-1994. *Forest products journal* 46(10): 35-40.
- Luppold, W.G., P. Leader, et al. (1998). An Examination of the Relationships Between Hardwood Lumber and Stumpage Prices in Ohio. *Wood and Fiber Science* 30(3): 281-292.
- Lütkepohl, H., Saikkonen, P., & Trenkler, C. (2004). Testing for the Cointegrating Rank of a VAR Process with Level Shift at Unknown Time. *Econometrica*, 72(2), 647-662.
- Luukkonen, R., Saikkonen, P., & Teräsvirta, t. (1988). Testing linearity against smooth transition autoregressive models. *Biometrika*, 75(3), 491.
- Mäki-Hakola, M. (2002). Cointegration of the Roundwood Markets Around the Baltic Sea: An Empirical Analysis of Roundwood Markets in Finland, Estonia, Germany and Lithuania. Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos PTT.
- McCorriston, S. ; Morgan, CW & Rayner, AJ (2001). Price transmission: the interaction between market power and returns to scale. *European Review of Agricultural Economics*. Jun, Vol. 28 Issue 2, p143-159. 17p. 2 Charts
- McLaren, A. (2015), Asymmetry in Price Transmission. *Review of Development Economics*, 19: 415-433. doi:10.1111/rode.12151
- Mcnew, K & Fackler, P. L. (1997). Testing market equilibrium: is cointegration informative? *Journal of agricultural and resource economics*, 22(2), 191.
- Mead W. (1966). *Competition and Oligopsony in the Douglas Fir Lumber Industry*. (1era ed.). University of California Press.
- Messner D. (1993). Búsqueda de competitividad en la industria maderera chilena. *Revista de la CEPAL*, N°49, pp 115 – 136

- Meyer, J. & von Cramon-Taubadel S., (2004). Asymmetric Price Transmission: A Survey. *Journal of Agricultural Economics*. 55: 581-611. doi:10.1111/j.1477-9552.2004.tb00116.x
- Montañés, A. & Olmos, L. (2013). Convergence in US House Prices. *Economics Letters*, Vol. 121, No. 2, pp. 152–155, doi: 10.1016/j.econlet.2013.07.021.
- Montañés, A. (1995). Contrastes de raíz unitaria y ruptura estructural: un estudio de monte carlo para los estadísticos rolling, recursivo y secuencial. Departamento de análisis económico. Universidad de Zaragoza. Mimeo.
- Morales-Olmos, V, & Siry, J. (2015). Global pulpwood markets and the Law of One Price. *Mathematical and Computational Forestry & Natural Resource Sciences*, 7(1), 16.
- Murray, B. C. (1995a). Measuring Oligopsony Power with Shadow Prices - Us Markets for Pulpwood and Sawlogs. *Review of Economics and Statistics*, 77(3), 486-498. doi:Doi 10.2307/2109909
- Murray, B. C. (1995b). Oligopsony, vertical integration, and output substitution: Welfare effects in U.S. pulpwood markets. *Land Economics*, 71(2), 193.
- Murray B.C. & Prestemon J.P. (2003). Structure And Efficiency Of Timber Markets. In: Sills E.O., Abt K.L. (eds) *Forests in a Market Economy*. *Forestry Sciences*, vol 72. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0219-5_10
- Mutanen, A. & Toppinen, A. (2007). Price dynamics in the Russian–Finnish roundwood trade. *Scand. J. For. Res.* 22, 71–80.
- Nagubadi, V., Munn, I. A., & Tahai, A. (2001). Integration of Hardwood Stumpage Markets in the Southcentral United States. *Journal of Forest Economics*, 7(1), 69-98.
- Nahar S. & Inder B. (2002). Testing Convergence In Economic Growth For Oced Countries. *Applied Economics*, 34(16) 2011-2022.
- Ng, S., & P. Perron (2001). Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power. *Econometrica*, 69, 1519-1554.
- Ning, Z., & Sun, C. (2014). Vertical price transmission in timber and lumber markets. *Journal of Forest Economics*, 20(1), 17-32.
- Obstfeld, M., & Taylor, A. (1997). Nonlinear Aspects of Goods-Market Arbitrage and Adjustment: Heckscher's Commodity Points Revisited. *Journal of the Japanese and International Economies*, 11(4), 441-479.
- ODEPA, (2016). Estudio de caracterización de la cadena de producción y comercialización de la industria forestal: estructura, agentes y prácticas. Informe Final. Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/InformeIndustriaForestal2016.pdf>
- Ohara, H.I. (1999), A Unit Root Test With Multiple Trend Breaks: A Theory and an Application to US and Japanese Macroeconomic Time-Series. *The Japanese Economic Review*, 50: 266-290. doi:10.1111/1468-5876.00119
- Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Econometrica*, 57(6), 1361-1401. doi:10.2307/1913712
- Phillips P C B & Sul D. (2007). Transition modeling and econometric convergence tests. *Econometrica* 75: 1771-1855.

- Phillips P C B & Sul D. (2009). Economic transition and growth. *Journal of Applied Econometrics* 247: 1153–1185.
- Ponce D, M., Contreras G, M., & Vásquez S, M. (2007). Exportación de madera aserrada de conífera chilena: un análisis de su competitividad. *Maderas. Ciencia Y Tecnología*, 9(1), 45-57.
- Potter, S. (1995). A nonlinear approach to u.s. Gnp . *Journal of applied economics* , 10: 109-125.
- Quah, D. T. (1993a). Galton's Fallacy and Test of the Convergence Hypotesis. *The Scandinavian Journal of Economics*, 95.
- Quah, D.T. (1993b). Empirical cross-section dynamics in economic growth. *European Economic Review*, 37, 426-434.
- Rappoport, P., & Reichlin, L. (1989). Segmented Trends and Non-Stationary Time Series. *The Economic Journal*, 99(395), 168-177. doi:10.2307/2234078
- Saikkonen, P., & Lütkepohl, H. (2000). Testing for the Cointegrating Rank of a VAR Process With Structural Shifts. *Journal of Business & Economic Statistics*, 18(4), 451-464.
- Sensier, M., Osborn, D. R., & Ocal, N. (2002). Asymmetric interest rate effects for the uk real economy. *Oxford bulletin of economics and statistics*, 64(4), 315.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics*, 6(2), 461-464.
- Sexton, R. J., Zhang, M., & Chalfant, J. C. (2003). Grocery retailer behavior in the procurement and sale of perishable fresh produce commodities. *Contractor and Cooperators Report No 2*. Wash-ington, DC: U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service
- Strazicich, M C., Lee, J. and Day, E. (2004) Are incomes converging among OCDE countries? Time series evidence with two structural breaks, *Journal of Macroeconomics*, 26, 131-145.
- Teräsvirta, T. (1994). Specification, estimation, and evaluation of smooth transition autoregressive models. *Journal of the American Statistical Association*, 89(425), 208.
- Teräsvirta, T. (1998). Modeling economic relationships with smooth transition regressions, *Handbook of Applied Economic Statistics*, Dekker, New York, pp. 507- 552.
- Toda, H. & Yamamoto, T. (1995), Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.
- Toppinen, A., (1998). Incorporating cointegration relations in a short-run model of the Finnish sawlog market. *Canadian Journal of Forest Research* 28, 291–298.
- Tzeremes, P., & Tzeremes, N. G. (2018). A convergence assessment of water price rates: evidence from major US cities. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 11(3), 361-368.
- Universidad de Concepción, (2009). Informe análisis de la cadena de producción y comercialización del sector forestal chileno: Estructura, agentes y prácticas. Concepción, Chile
- Van Dijk, D., Teräsvirta, T., & Franses, P. H. (2002). Smooth transition autoregressive models- a survey of recent developments. *Econometric Reviews*, 21:1, 1-47, DOI: 10.1081/ETC-120008723

- Vavra, P. y B & Goodwin (2005). Analysis of Price Transmission Along the Food Chain. OECD Food, *Agriculture and Fisheries Papers*. No.3, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/752335872456> .
- von Cramon-Taubadel, S., Loy, J.-P. and Meyer, J. (2006), The impact of cross-sectional data aggregation on the measurement of vertical price transmission: An experiment with German food prices. *Agribusiness*, 22: 505-522. doi:10.1002/agr.20100
- Von Cramon-Taubadel, S. (1998). Estimating asymmetric price transmission with the error correction representation: An application to the german pork market. *European Review of Agric. Econ.* 25, 1–18.
- Ward, R. (1982). Asymmetry in retail, wholesale and shippin point pricing for fresh vegetable. *American Journal of Agricultural Economics*, 64: 205-212.
- Watson, M. (1994). *Vector autoregressions and co-integration*. Handbook of econometrics, chapter 47.
- Wolffram, R. (1971). Positivistic Measures of Aggregate Supply Elasticities-- Some New Approaches—Some Critical Notes. *American Journal of Agricultural Economics*. 53: 356-59.
- Wooldridge, J. M. (1991). On the application of robust, regression-based diagnostics to models of conditional means and conditional variances. *Journal of econometrics*, 47(1), 5.
- Yin, R., Newman, D. H., & Siry, J. (2002). Testing for market integration among southern pine regions. *Journal of Forest Economics*, 8(2), 151-166.
- Yin, R.; Xu, J. (2003). Identifying the inter-market relationships of forest products in the Pacific Northwest with cointegration and causality tests. *For. Policy Econ*, 5, 305–315.
- Zhou, M., & Buongiorno, J. (2005). Price transmission between products at different stages of manufacturing in forest industries. *Journal of Forest Economics*, 11(1), 5-19.
- Zhu, Y., Oxley, L., Ma, H., & Wang, W. (2016). The emergence of convergent price clusters in China: Evidence from the transitional energy market. *Economics of Transition*, 24(1), 69-98.
- Zivot, E., & Andrews D. (1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251-270. doi:10.2307/1391541

