



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**MEMORIA DE TITULO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO COMERCIAL.**

“Análisis econométrico de los precios de la celulosa y la madera aserrada
chilena entre los años 1986 y 2015”.

Autor(es): Natalia Saldías Cifuentes

José Luis Quezada Guerrero

Profesor guía: Juan Cabas Monje

Chillán, 2016



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ESCUELA INGENIERÍA COMERCIAL

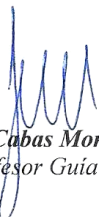
Chillán, 06 de marzo de 2017.


Informe: Memoria de Título

En relación a la evaluación de la Memoria para optar al Título de Ingeniero Comercial, denominada "ANÁLISIS ECONOMÉTRICO DE LOS PRECIOS DE LA CELULOSA Y LA MADERA ASERRADA CHILENA ENTRE LOS AÑOS 1986 Y 2015" de los alumnos Srta. Natalia Macarena Saldías Cifuentes y el Sr. José Luis Quezada Guerrero.

Teniendo en cuenta las exigencias de la Carrera de Ingeniería Comercial y en especial las referidas a la actividad de titulación, la comisión de examinación califica el presente informe con 6,6 puntos (escala de 1 a 7).

Atentamente,


Juan Cabas Monje
Profesor Guía


Bernardo Vásquez González
Profesor Informante



Alvaro Acuña Hormazábal
Jefe de Carrera

c.c. - Jefe de Carrera de Ingeniería Comercial
- Alumnos(as)
- Archivo

Índice

1. Capítulo I: Introducción.....	7
1.1. Antecedentes del tema.....	7
1.2. Problema de investigación	8
1.3. Objetivos	9
1.3.1. Objetivo general.....	9
1.3.2. Objetivos específicos	9
1.4. Propósitos del proyecto	9
2. Capítulo 2: Antecedentes industria forestal.....	12
2.1. Industria forestal chilena	12
2.1.1. Bosques nativos	14
2.1.2. Bosques plantados	16
2.1.3. Tipos de empresa	19
2.1.4. Producción y consumo.....	20
2.1.5. Exportaciones.....	23
2.1.6. Aporte al PIB	26
2.1.7. Empleo	27
2.2. El mercado nacional de madera aserrada.....	29
2.2.1. Productores	30
2.2.2. Consumidores	34
2.2.3. Precios MADERA ASERRADA.....	36
2.3. El mercado mundial de madera aserrada.....	37
2.3.1. Productores	38
2.3.2. Consumidores	39
2.3.3. Precios madera aserrada Canadá.....	40

2.4.	Mercado nacional de la celulosa	41
2.4.1.	Productores	44
2.4.2.	Consumidores	44
2.4.3.	Precios celulosa chilena	47
2.5.	Mercado mundial de la celulosa.....	48
2.5.1.	Productores	49
2.5.2.	Consumidores	50
2.5.3.	Precios celulosa Suecia.....	52
3.	Capítulo 3: Metodología.....	53
3.1.	Tipo de estudio.....	53
3.2.	Fuentes de información	53
3.3.	Métodos de recolección de información	55
3.4.	Métodos de análisis de datos.....	56
3.5.	Conceptos sobre los Enfoques del estudio.....	57
3.5.1	Series de tiempo.....	57
3.5.2	Método ARIMA.....	58
3.5.1.	Estacionariedad.....	61
3.5.2.	Test de Raíz Unitaria	62
3.5.5	Descripción de la metodología.....	65
4.	Capítulo 4: Análisis de datos.....	66
4.1.	Análisis de precios de la madera aserrada chilena	66
4.1.1	Estacionariedad de los Precios de la Madera Aserrada Chilena.....	70
4.1.2	Modelo Autorregresivo de Medias Móviles (ARIMA)	72
4.1.3	Diagnóstico del Modelo.....	73
4.1.4	Pronósticos con modelo SARIMA (1,1,1)(0,1,1)[4].....	75

4.2.	Análisis de precios de la madera aserrada Canadá.....	76
4.2.1	Estacionariedad de los Precios de la Madera Aserrada de Canadá.....	80
4.2.2	Modelo Autorregresivo de Medias Moviles (ARIMA) para Madera Aserrada Canadiense.....	81
4.2.3	Diagnóstico del Modelo ARIMA(0,1,5).....	82
4.2.4	Pronósticos con modelo ARIMA(0,1,5).....	83
4.3.	Análisis de precios de celulosa chilena.....	84
4.3.1	Estacionariedad de los Precios de la Celulosa Blanqueada Chilena.....	87
4.3.2	Modelo Autorregresivo de Medias Moviles (ARIMA) para celulosa chilena.....	88
4.3.3	Diagnóstico del Modelo SARIMA(2,1,1)(1,0,0)(4).....	89
4.3.4	Pronósticos con modelo SARIMA(2,1,1)(1,0,0)(4).....	90
4.4.	Análisis de precios de celulosa de Suecia.....	91
4.4.1	Estacionariedad de los Precios de la Celulosa Sueca.....	94
4.4.2	Modelo Autorregresivo de Medias Moviles (ARIMA) para celulosa sueca.....	95
4.4.3	Diagnóstico del Modelo ARIMA(2,1,3).....	96
4.4.4	Pronósticos con modelo ARIMA(2,1,3).....	97
5.	Capítulo 5: Conclusiones.....	98
5.1.	Conclusión.....	98
6.	Bibliografía.....	100

Índice de Figuras

Figura 1. Distribución de bosques en Chile (hectáreas).	14
Figura 2. Distribución de bosque natural por tipo forestal (hectáreas).....	15
Figura 3. Distribución del bosque natural por tipo forestal y región (hectáreas)	16
Figura 4 Distribución de bosques plantados por especie (hectáreas).	17
Figura 5. Distribución de los bosques plantados por especie y región (hectáreas).....	18
Figura 6. Participación en áreas de bosques plantados del mundo, 2015	18
Figura 7. Distribución de empresas forestales según región, 2014.....	20
Figura 8. Consumo de trozas industriales según productos 2000- 2015 (miles de m3 ssc)	21
Figura 9. Producción forestal (miles de m3) 1995-2015	21
Figura 10. Producción forestal (miles de toneladas) 1995-2015	22
Figura 11. Exportaciones chilenas de bienes por sectores de la economía, 1995-2015 (US\$ millones FOB).....	23
Figura 12. Exportaciones forestales según producto, 2000-2015 (US\$ millones)	24
Figura 13. Exportaciones forestales chilenas según país de destino, 2005-2014 (US\$ millones FOB)	25
Figura 14. Destinos de Exportaciones Forestales Chilenas en porcentaje.....	25
Figura 15. Producto interno bruto por sectores y subsectores de la economía, 2012-2015 (millones de pesos encadenados).....	26
Figura 16. Ocupación del sector forestal por actividad.	27
Figura 17. Empleo directo del sector forestal por actividad, según región, año 2014 (personas)	28
Figura 18. Evolución de la ocupación en la industria del aserrío según nivel de especialización	28
Figura 19. Producción de madera aserrada por región (m3).....	31
Figura 20. Producción de madera aserrada por año según especies principales.....	32
Figura 21. Número total de aserraderos por año y situación de trabajo	33
Figura 22. Aserraderos trabajando por región	34
Figura 23. Consumo interno de madera aserrada.....	34
Figura 24. Consumo madera aserrada en trozas por región en metro cubico.	35
Figura 25. Comportamiento de los precios de la Madera Aserrada Chilena en los últimos 29 años.	36
Figura 26. Precios madera aserrada Canadá (US\$/m3).	40

Figura 27. Consumo aparente de Celulosa (miles de t).....	45
Figura 28. Cantidad de celulosa chilena consumida por país en miles de toneladas.....	46
Figura 29. Celulosa Blanqueada Chilena (US\$/Ton) últimos 29 años.....	47
Figura 30. Porcentaje de participación mundial en 2010.....	48
Figura 31. Celulosa Blanqueada Suecia (US\$/Ton) últimos 29 años.....	52
Figura 32. Evolución de precios de la madera aserrada mercado chileno.....	66
Figura 33. Gráfico de trimestres de la madera aserrada chilena.....	68
Figura 34. Gráfico de trimestres en cada año de la madera aserrada chilena.....	69
Figura 35. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de madera aserrada chilena.....	70
Figura 36. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de madera aserrada chilena.....	75
Figura 37. Evolución de precios de la madera aserrada mercado canadiense.....	76
Figura 38. Gráfico de trimestres de la madera aserrada canadiense.....	77
Figura 39. Gráfico de trimestres en cada año de la madera aserrada canadiense.....	78
Figura 40. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de madera aserrada canadiense.....	79
Figura 41. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de madera aserrada canadiense.....	83
Figura 42. Evolución de precios de la celulosa chilena.....	84
Figura 43. Gráfico de trimestres de la celulosa chilena.....	85
Figura 44. Gráfico de trimestres en cada año de la celulosa chilena.....	86
Figura 45. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de celulosa chilena.....	87
Figura 46. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de celulosa chilena.....	90
Figura 47. Evolución de precios de celulosa de Suecia.....	91
Figura 48. Gráfico de trimestres de celulosa de Suecia.....	92
Figura 49. Gráfico de trimestres en cada año de celulosa de Suecia.....	93
Figura 50. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de celulosa de Suecia.....	94
Figura 51. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de celulosa de Suecia.....	97

Índice de Tablas

Tabla 1: Distribución de empresas del sector forestal según actividad económica 2014.....	19
Tabla 2: Empresas en 2010 con participación de mercado en la celulosa.....	50

1. Capítulo I: Introducción

1.1. Antecedentes del tema

Chile es un país que destaca por su gran extensión de bosques que sólo existen en el Sur del planeta, este concentra un tercio de las reservas forestales de bosques templados del sur del mundo. La industria forestal se encuentra presente en el país desde la colonización europea (siglo XVI en adelante) aportando al desarrollo económico del país. Esta industria destaca por el gran crecimiento que ha tenido a lo largo de los años, y por su capacidad de trabajar bajo un desarrollo sustentable, aportando así también al medio ambiente.

La industria forestal es una de las industrias más importantes en Chile y se estima que el consumo de madera y productos derivados debería aumentar conforme crece la población mundial y las economías de los países. Los precios de los productos madereros se manejan de manera competitiva en el país, pero no existen muchos estudios que analicen el precio de estos productos, específicamente estudios relacionados con la determinación de modelos econométricos.

El crecimiento que ha tenido la Industria forestal es marcado por la contribución al PIB que realiza, el cual también ha ido aumentando conjuntamente, aportando aproximadamente 2,7 billones anuales.

Cabe destacar que Chile es uno de los veinte primeros países en producción y comercialización de productos forestales (ranking mundial). La industria forestal vende mucho de los productos madereros al mercado mundial, productos tales como; celulosa, tableros y chapas, madera cepillada, papeles, cartones y manufacturas, madera aserrada, molduras, astillas, muebles, ventanas y puertas, otros productos.

El objetivo de esta investigación es analizar descriptivamente y estadísticamente las series de precios de la celulosa y de la madera aserrada chilena y determinar las características de las funciones econométricas estimadas.

1.2. Problema de investigación

A lo largo del siglo XIX la sociedad comenzó a invertir en bienes de capital, lo que produjo una intensificación de la producción. La época se caracterizaba por políticas de fomento al desarrollo industrial, debido a que el Estado Chileno priorizaba la expansión geográfica, por lo cual se hacían esenciales las actividades agrícolas. En donde a los bosques nativos se les daban tres usos; como fuente energética, como infraestructura productiva y para manufactura de madera.

Desde el año 1931 se ha dado gran importancia al cuidado de los bosques, reflejado en las restricciones a la corta de bosques que se establecieron. A partir de ese entonces se comenzaron a realizar estudios para la evaluación del estado del suelo y los bosques nativos del país. Las conclusiones de los estudios señalaban que en el país existía una importante destrucción de recursos Forestales nativos sugiriendo, además, la urgente prohibición del uso del fuego.

En las últimas décadas el uso del suelo se refleja principalmente a las demandas de los mercados internacionales. Es por esto que comienzan con plantaciones de especies exóticas de mejores crecimientos, homogeneidad en calidad y volumen, que son las características necesarias para encontrar mercados.

La industria forestal se ha transformado con el paso de los años en una de las industrias más importantes para la economía y desarrollo del país, tornándose un factor clave en el empleo de las personas (CORMA, 2015).

A pesar de ser una industria relevante en el crecimiento de Chile, no existen investigaciones ni estudios que avalen con certeza lo dicho por medio de estadísticas ni análisis de precios,

tampoco que expliquen e informen a las personas acerca de ella. Uno de los aportes más importantes de esta industria se refleja por medio de las exportaciones principalmente de celulosa y madera aserrada, y no se conoce claramente cómo se trabajan ni mueven los precios dentro de ella.

Existen muchas investigaciones acerca de exportaciones, importaciones, productos madereros, pero escasas Investigaciones sobre funciones econométricas que sean utilizadas para explicar y pronosticar los precios de la celulosa y la madera aserrada.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar descriptivamente y estadísticamente las series de precios de la celulosa y de la madera aserrada chilena y determinar las características de esos mercados en el periodo 1986-2015.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar los mercados de la celulosa y la madera aserrada.
2. Analizar las series temporales de precios de la celulosa y la madera aserrada.
3. Determinar funciones autorregresivas de medias móviles que permitan explicar y pronosticar los precios de la madera aserrada y la celulosa chilena.

1.4. Propósitos del proyecto

Actualmente el desarrollo y el crecimiento de Chile se han visto muy marcados por acontecimientos externos que han afectado, el empleo y la confianza de las personas. Además, de verse envuelto en problemas derivados de la naturaleza que son inevitables y otro que son provocados por la mano del hombre, con ello nos referimos a problemas de corrupción, terremotos, incendios y factores externos de otros países que afectan a Chile.

Es muy importante en toda economía conocer los principales mercados que ayudan al

desarrollo de la comunidad en general, conocer e informarse acerca de que es lo que se lleva a cabo para crecer como sociedad, y más aún, es importante tener información que sirva como apoyo en la toma de decisiones de nuevos negocios o nuevas ideas para expandirse en uno ya existente.

Hasta hace un par de años era difícil establecer o realizar estudios e investigaciones, dado que no se contaba con los recursos y conocimientos para hacerlo, además los países se encontraban más cerrados a entregar información acerca de sus negocios por miedo a la competitividad y pérdida en su identidad. Pero hoy, es algo que se puede llevar a cabo, no es una tarea fácil estudiar diversos mercados y su comportamiento, pero existen las herramientas suficientes para poder hacerlo.

Este estudio se realiza en base a lo descrito, con el fin de apoyar en la toma de decisiones y de entregar más y mejor información a las personas, analizando estadísticamente las series de precios de la celulosa y madera aserrada chilena y así determinar las características funciones econométricas que las representan en el periodo (1986 a 2015).

Para llevar a cabo este estudio se recopiló información por medio de distintas bases de datos encontrados a través de páginas Web, como la de la Corporación de la Madera (CORMA), El instituto forestal (INFOR), ODEPA, entre otros. Con el fin de ampliar la visión general de la investigación. Para poder realizar este estudio se utilizó el programa estadístico R, el cual se utilizó para realizar un análisis descriptivo, como el análisis econométrico de los precios.

Dentro de la investigación el lector podrá observar cómo se abordarán los siguientes puntos:

1. Abordar la investigación con sus fundamentos, reconociendo porque se está considerando este tema, es decir el problema, sus principales objetivos, además del propósito de la

investigación y área de estudio. Se utilizó información tanto nacional como internacional para identificar los puntos descritos.

2. Se realizó un marco conceptual y revisión bibliográfica con la caracterización del mercado forestal nacional e internacional.
3. Posteriormente se realizó una descripción de la metodología utilizada, las fuentes de información y métodos de análisis de datos y de recolección de los mismos.
4. Realizar un análisis econométrico de los precios de la celulosa y madera aserrada chilena en particular, en conjunto con los precios de Canadá y Suecia. De tal forma de mostrar inicialmente, si existe alguna relación entre los precios nacionales e internacionales.
5. Y por último se realizó la validación de la información y se obtuvieron los resultados del análisis realizado.

1.5. Área de estudio

El área de estudio de la transmisión de precios abarcó los precios nacionales de los dos productos forestales más importantes de Chile, la madera aserrada y la celulosa blanqueada. En cuanto a la madera aserrada se tomaron los precios de la cadena de suministro, siendo el primer eslabón la madera aserrada como materia prima principal, para luego ser elaborada un poco más llamándose madera dimensionada, y para finalizar esta cadena la madera cepillada. Por otro lado, se utilizaron los precios nacionales de la cadena de suministro de la celulosa, componiendo este primer eslabón la celulosa cruda, para luego ser intervenida convirtiéndose en celulosa blanqueada.

En el exterior se usaron los países más importantes en cuanto a la participación mundial de estos productos, para la madera aserrada se usaron los precios de Canadá, mientras que para la celulosa blanqueada se utilizaron los precios de Suecia. Todo esto en un periodo de estudio de 30

años 1986-2015. No se utilizará el año 2016 ya que las bases de datos están incompletas. Estos precios están en trimestres y el dólar será la moneda que se utilizará para las bases de datos.

2. Capítulo 2: Antecedentes industria forestal

A continuación, se darán a conocer antecedentes de la industria forestal chilena, para luego dar a conocer con más detalle la caracterización de los productos forestales más importantes como lo son la madera aserrada y la celulosa.

2.1. Industria forestal chilena

La industria forestal es de mucha importancia para Chile, disfrutando de un auge extraordinario durante la mayor parte de esta década. Esta Industria genera una amplia gama de productos, dentro de los cuales los más importantes según la Corporación Chile de Madera (CORMA) son:

1. **La madera aserrada:** Esta se obtiene luego de cortar los árboles cosechados en tablas de diferentes dimensiones. Corresponde a un producto final, pero también se puede remanufacturar, para obtener madera elaborada y molduras, entre otros.
2. **Los tableros y chapas:** Se dividen en tres categorías:
 - **Contrachapados o terciados,** obtenidos a partir de troncos que se debobinan y transforman en láminas que luego son pegadas, prensadas y lijadas.
 - **Tableros de fibras,** se obtienen aplicando calor y/o presión a una base de fibra lignocelulósica, el proceso de fabricación y cohesión se produce por las propias sustancias de la madera.
 - **Tableros de partículas,** los que están compuestos de partículas de madera (aserrín, viruta y similares) unidas entre sí mediante un adhesivo.

3. Las astillas de madera: Obtenidas como subproductos de los procesos de aserrado y contrachapado, o como resultado del picado de trozos en plantas astilladoras, las que luego son usadas para elaborar tableros, celulosa y como combustible.
4. La celulosa: Esta surge del proceso de separar la celulosa de otros elementos presentes en la madera, como lignina, hemicelulosa, resinas, ceras y grasas. El proceso comienza cuando las astillas pasan a un proceso de digestión, donde se les aplican altas presiones, formando una pasta, la que es sometida a varios lavados y secados posteriores. El resultado es una pulpa que se distribuye formando láminas que pasan por distintos procesos de finalización.

Existen dos tipos de celulosa, según el uso que tenga:
 - Celulosa blanqueada: Se obtiene tras separarla de la lignina. Es la materia prima para producir papel más blanco.
 - Celulosa no blanqueada o cruda: Proviene normalmente de madera de Pino. Este tipo de celulosa cruda no se somete a un proceso de blanqueo y se utiliza principalmente en la fabricación de embalajes, papeles para bolsas y de envolver.
5. Biomasa: Es una materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los desechos orgánicos y residuos de los procesos de la fabricación de madera, muy importantes dentro de la industria forestal, ya que son aprovechados para generar energía.
6. Otros productos madereros son: Madera elaborada, cepillada, molduras sólidas y de fibra, muebles de madera, puertas, marcos de puertas y ventanas, ventanas, papeles, cartones y sus derivados.

7. Productos forestales no madereros (PFNM): Se refiere a productos no derivados de la madera, pero que se obtienen a partir del recurso forestal, tales como frutos, musgos, hongos, mimbre, o corteza.

La superficie total de Chile es de 17.520.869 hectáreas, dentro de las cuales el 23% está cubierta por bosques, y de éstas un 81,7% corresponde a naturales y un 18,3% corresponde a plantados. Sin embargo, la producción forestal se basa en un 99% en los bosques plantados, en donde el 70% de este recurso tiene certificación internacional de manejo forestal sustentable, además de respetar las exigencias legales de CONAF, en tanto el 30% restante cumple solo con estas últimas.

Las plantaciones forestales se ubican principalmente 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.

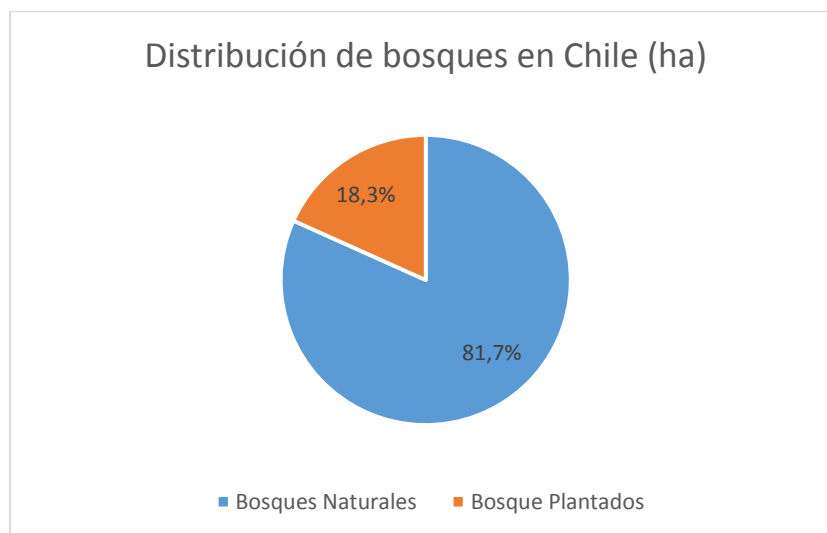


Figura 1. Distribución de bosques en Chile (hectáreas).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR en “Anuario forestal 2016”, p. 21 y 22

2.1.1. Bosques nativos

En Chile los bosques ubicados al sur del país son un recurso escaso y único en su tipo alrededor del mundo. Se caracterizan por su elevada proporción de flora y fauna que se originan.

Los bosques naturales además proveen de alimentos como frutos, néctar, hojas y tallos. Además, son un excelente hábitat para la fauna del país. (Corma, 2016)

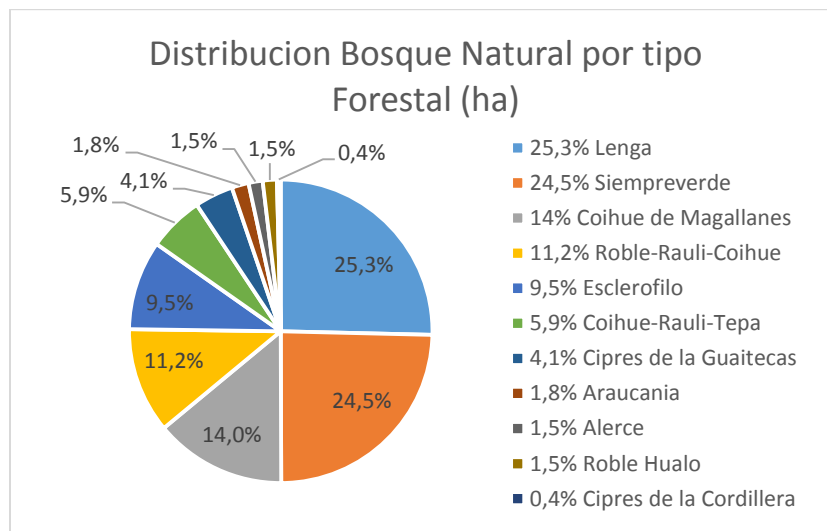


Figura 2. Distribución de bosque natural por tipo forestal (hectáreas).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR en “Anuario forestal 2016”, p. 23.

El gráfico anterior muestra la superficie de bosques naturales totales, la cual es de 14.316.822 ha, es aquí donde se destaca que la mayor superficie lo ocupa el tipo forestal Lenga, con el 25,3%, seguido por el tipo forestal Siempreverde (24,5%), el Coihue de Magallanes (14%) y el Roble-Raulí-Coigüe (11,2%).

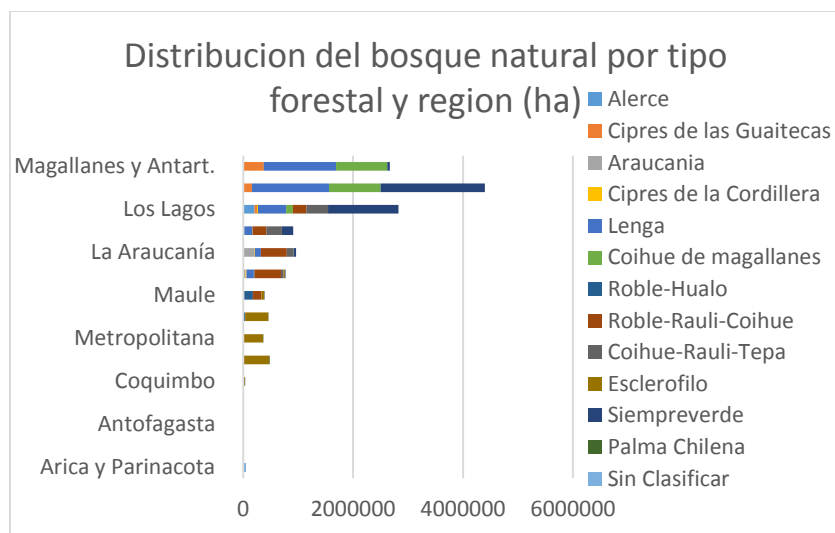


Figura 3. Distribución del bosque natural por tipo forestal y región (hectáreas)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR en “Anuario forestal 2016”, p. 23

La región de Aysén es quién abarca la mayor superficie de hectáreas plantadas, concentrándose principalmente por el tipo Siempreverde, seguido de la Lenga.

2.1.2. Bosques plantados

En Chile el año 2011 había 16 millones de hectáreas de bosques, utilizados tanto con fines productivos como de conservación o preservación. Los bosques cultivados son utilizados con fines productivos y sólo cubren 2,87 millones de hectáreas del territorio, equivalente al 18,3% (año 2016).

La industria forestal en Chile produce una amplia gama de productos de madera. Aproximadamente el 59,1% de esta superficie corresponde a pino radiata, el 23,6% a especies del género eucalipto globulus y el resto a otras especies, tales como, átriplex, tamarugo y pino oregón.

Las plantaciones forestales alojan diversas especies de fauna gracias a los agentes polinizadores que albergan, así como contribuyen a disminuir la demanda de madera de especies nativas. Además, las plantaciones forestales de Chile han contribuido a la biodiversidad, esto

debido a que el 87% de las plantaciones fueron establecidas en suelos con algún nivel de erosión, lo que ha permitido la llegada de flora y fauna asociada. Estos bosques desempeñan un papel muy importante en el mantenimiento de poblaciones saludables de polinizadores, como abejas, murciélagos y pájaros.

Señalar que el manejo de bosque nativo actúa del mismo modo, pues contribuye tanto a incrementar la producción maderera como a aumentar el valor privado de este tipo de bosques, con lo cual fomenta su conservación. (FAO)

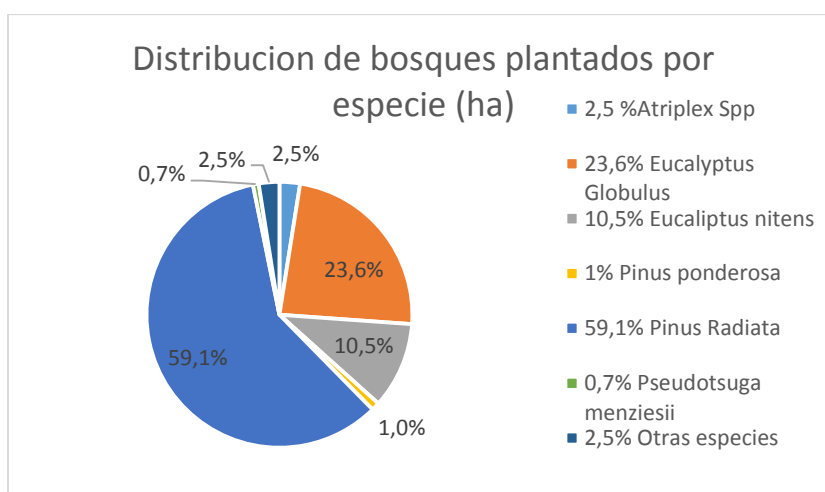


Figura 4 Distribución de bosques plantados por especie (hectáreas).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR en “Anuario forestal 2016”, p. 26.

En esta categoría “Bosque Plantado”, la superficie se distribuye principalmente por, la especie Pinos radiata (59,1%) seguido del Eucalipto globulus (23,6%) y Eucalipto nitens (10,5%)

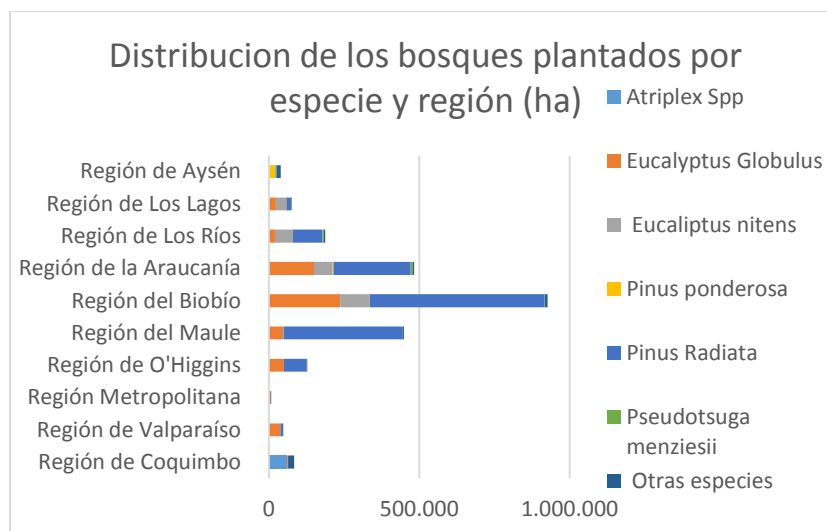


Figura 5. Distribución de los bosques plantados por especie y región (hectáreas)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR en “Anuario forestal 2016”, p. 26.

Del gráfico anterior se puede extraer que la Región del Biobío es la que concentra la mayor cantidad de hectáreas plantadas, con 582.894 ha de Pino radiata, le sigue la región del Maule, con 396.072 ha y la Araucanía con 257.056 ha.

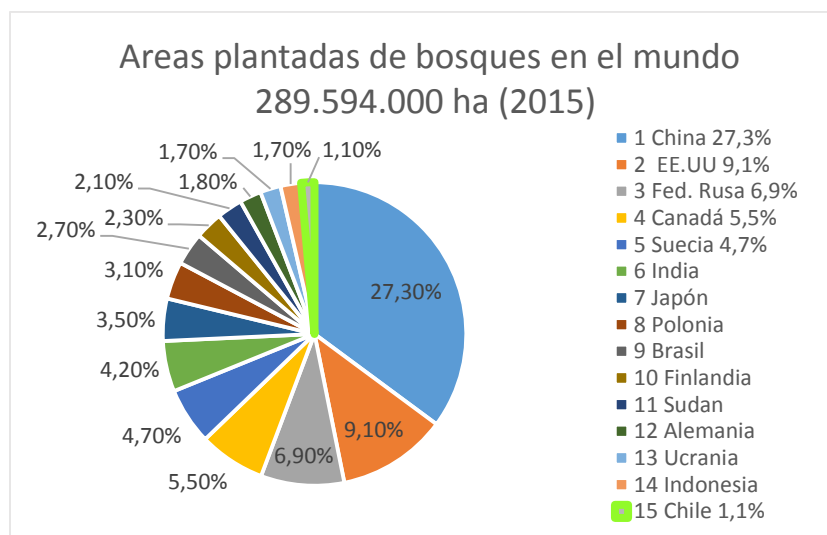


Figura 6. Participación en áreas de bosques plantados del mundo, 2015

Fuente: Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015, FAO.

En cuanto a las hectáreas de bosques plantados, Chile ocupa el 15° lugar con un 1,1% plantado del total de hectáreas. China lidera con un impresionante 27,3% seguido de Estados

Unidos con un 9,1%. Es curioso como Estados Unidos lidera o esta al menos entre los cinco primeros lugares de los rankings anteriores de producción, exportación y participación, y solo posee un 9% del total mundial de recursos forestal. Saben explotar muy bien este recurso para sacar el máximo beneficio de la industria.

2.1.3. Tipos de empresa

En la Industria Forestal Chilena participan más de 10 mil empresas, considerando una diversa gama de actividades económicas.

La tabla 1 que se presenta a continuación muestra las categorías utilizadas por el Servicio de Impuestos Internos para clasificar a las empresas del sector forestal. Se puede destacar que la actividad económica se concentra principalmente en las actividades de cosecha de bosques (21,3%), otras actividades de servicios conexas a la silvicultura (17,5%) y aserrado y acepilladura de maderas (12,7%).

Tabla 1: Distribución de empresas del sector forestal según actividad económica 2014

Actividad Económica	N° empresas	
	N°	%
Cosecha de bosques	2.315	21,30%
Recolección de productos forestales silvestres	233	2,10%
Producción de viveros de especies forestales	97	0,90%
Servicio de forestación	766	7,00%
Servicio de corta de madera	1.323	12,20%
Servicio de control de incendios forestales	13	0,10%
Otras act. de servicios conexas a la silvicultura	1.907	17,50%
Aserrado y acepillado de maderas	1.379	12,70%
Fabricación de tableros, paneles y hojas de madera para enchapado	235	2,20%
Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones	753	6,90%
Fabricación de recipientes de madera	257	2,40%
Fabricación de corcho, paja y mat. transables	1.316	12,10%
Fabricación de celulosa y otras pastas de madera	7	0,06%

Fabricación de papel periódico	2	0,02%
Fabricación de papel y cartón N.C.P	56	0,50%
Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón	210	1,90%

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de empresas del Servicio de Impuestos Internos.

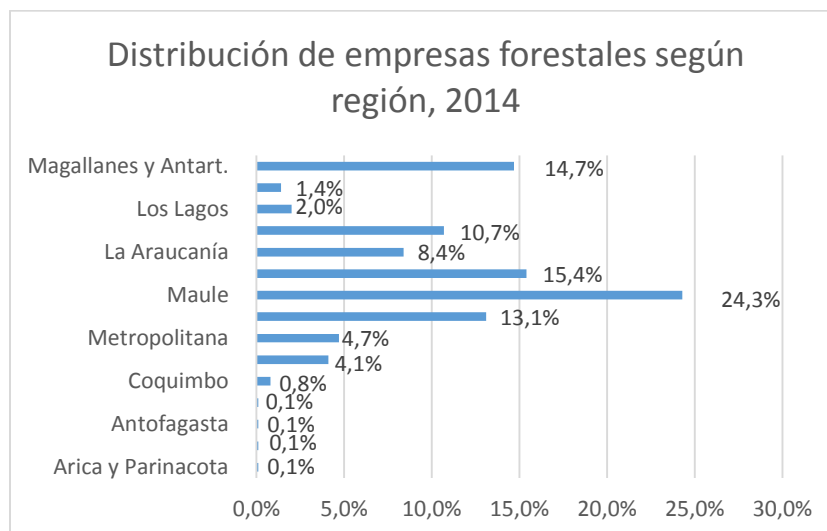


Figura 7. Distribución de empresas forestales según región, 2014

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de empresas del Servicio de Impuestos Internos.

Como muestra la figura 7, el mayor número de empresas forestales se concentra en la Región del Biobío (24,5%), seguida por la región Metropolitana (19,4%) y La Araucanía (14,2%).

2.1.4. Producción y consumo

La industria forestal chilena ha experimentado un alto crecimiento en todas las actividades productivas que utilizan madera en trozas como materia prima. Excepto la exportación de trozas, que ha disminuido con el fin de dar paso a un incremento de la exportación de productos más elaborados, como la pulpa química y la madera remanufacturada.

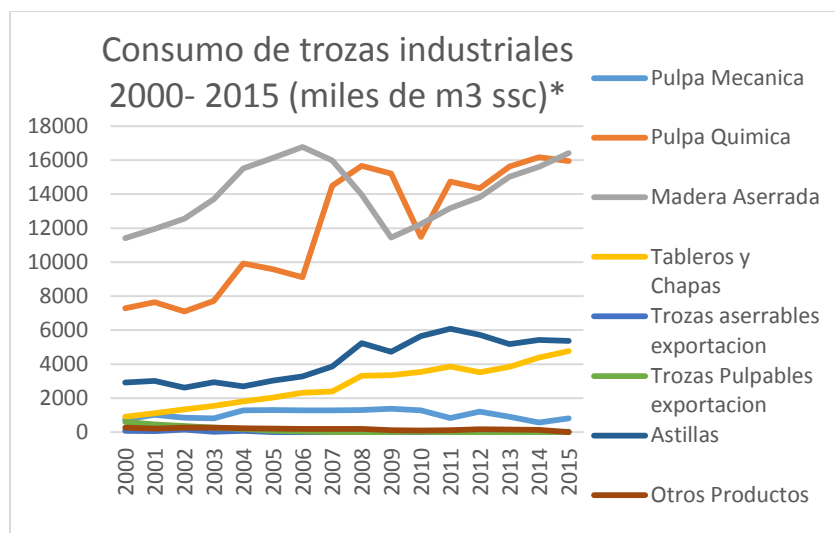


Figura 8. Consumo de trozas industriales según productos 2000- 2015 (miles de m3 ssc)

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: “Anuario Forestal 2016”, p. 70.

* m3ssc: Metros cúbicos sólidos sin corteza de trozas (o troncos).

A través del gráfico anterior se puede observar que en el año 2015 el mayor dinamismo en el consumo se concentró en la producción de madera aserrada y pulpa química, destacando que la madera aserrada tubo un quiebre el año 2009 por la crisis subprime. Sin embargo, productos como la pulpa mecánica y trozas pulpables de exportación se mantuvieron a la baja.

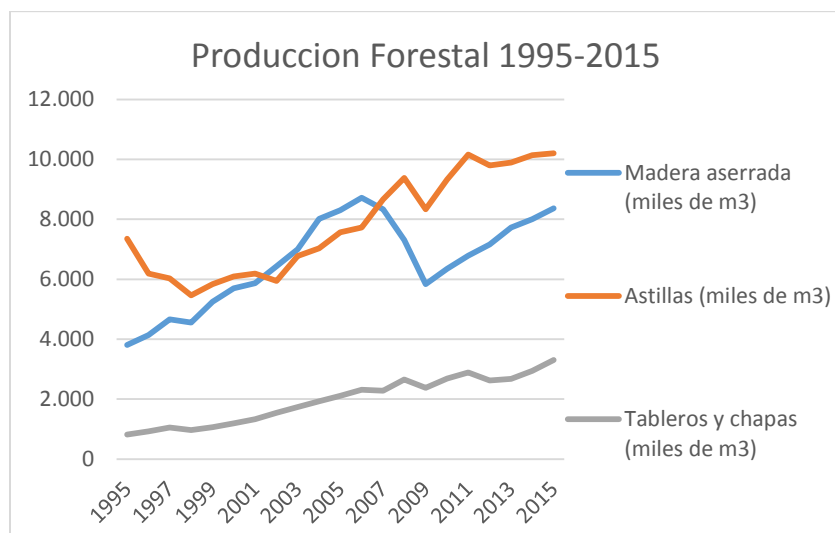


Figura 9. Producción forestal (miles de m3) 1995-2015

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: "Anuario Forestal 2016", págs. 79, 85, 88, 90 y 95.

En cuanto a la producción de productos madereros se puede observar como la madera aserrada tuvo una fuerte caída en 2008, debido a la crisis subprime, cuando la demanda externa bajo significativamente. La astilla ha tenido una clara tendencia al alza la cual se ha sostenido en el tiempo a pesar de la crisis del año 2008. Por otro lado, los tableros y chapas no han tenido un crecimiento explosivo, sin embargo, su variabilidad no ha tenido una mayor volatilidad a través de los años mostrando una tendencia alcista.

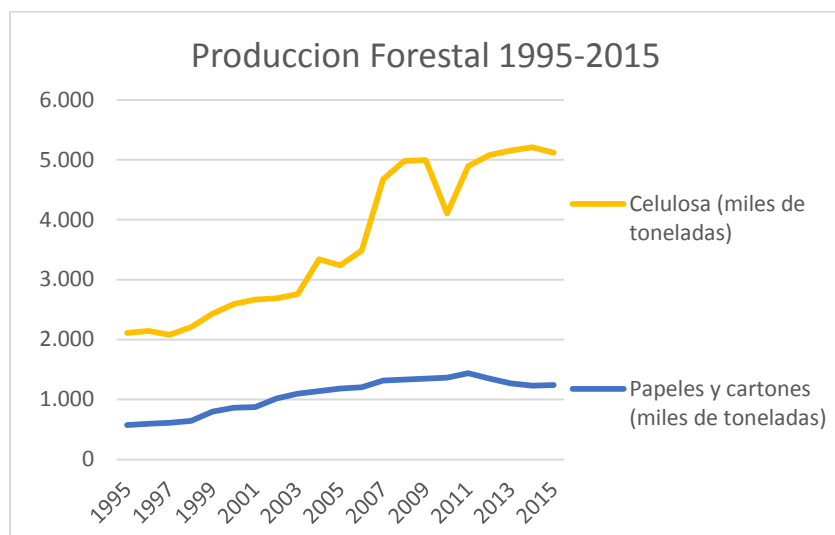


Figura 10. Producción forestal (miles de toneladas) 1995-2015

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: "Anuario Forestal 2016", págs. 79, 85, 88, 90 y 95.

La celulosa en estos 20 años ha presentado un aumento significativo en el aumento de la producción llegando casi a triplicarse, mostrando leves caídas exceptuando la del año 2008 en donde la crisis afectó transversalmente a todas las industrias. Por otro lado, los papeles y cartones muestran un alza tímida a través de los años con una mínima volatilidad, siendo esta serie de tiempo estable.

2.1.5. Exportaciones

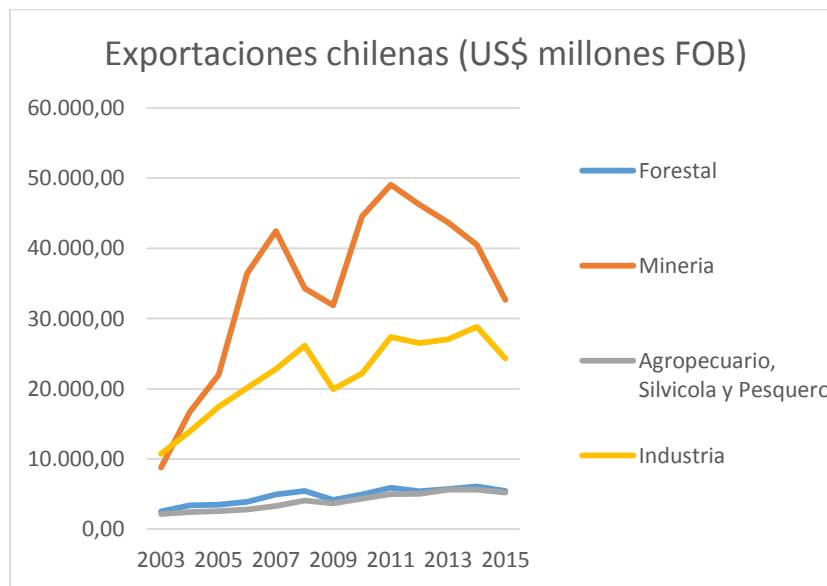


Figura 11. Exportaciones chilenas de bienes por sectores de la economía, 1995-2015 (US\$ millones FOB)

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: “Anuario Forestal 2016”, p. 14 y 101.

La Industria Forestal con el pasar de los años ha tenido una tendencia al alza, pero muy poco fluctuante, mostrando decrecimiento a partir del año 2011. Las industrias que superan a la industria forestal son la minera e industria (en donde engloba varias actividades económicas). Siendo la actividad forestal la tercera más importante en cuanto a exportaciones.

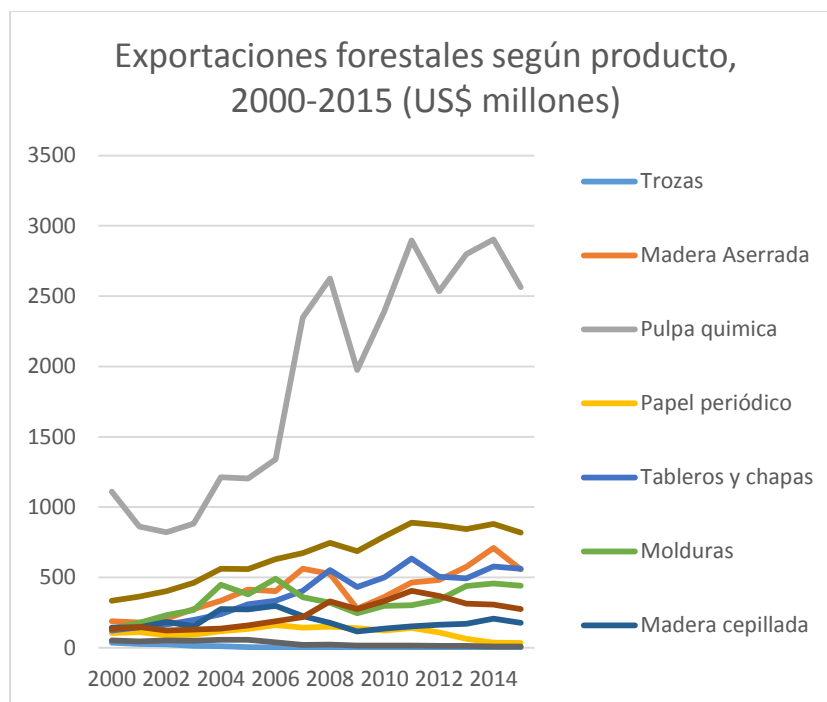


Figura 12. Exportaciones forestales según producto, 2000-2015 (US\$ millones)

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: “Anuario Forestal 2016”, p. 101

Las exportaciones de productos forestales en el 2015, disminuyeron un 10,8% respecto al año anterior, llegando a un total de \$5.439 millones de dólares. Como se observa en la figura 12, el mayor rubro forestal de exportación fue la celulosa, seguido de la madera aserrada y los tableros y chapas.

Como muestra la figura 12 las exportaciones de los productos forestales han variado levemente, el que ha sufrido un mayor aumento es la celulosa con ciertas fluctuaciones marcadas en los años 2008 y 2011, mientras que los otros productos como la madera aserrada tuvo un incremento constante hasta el año 2008 en donde tuvo una caída dramática, pero posteriormente se recuperó en 2014, por otro lado los tableros y chapas tuvieron de igual manera un aumento sostenido en el tiempo hasta el año 2008, sin embargo su recuperación fue más pronta hacia el año 2011, para luego decaer y seguir relativamente constante hasta el año 2015.

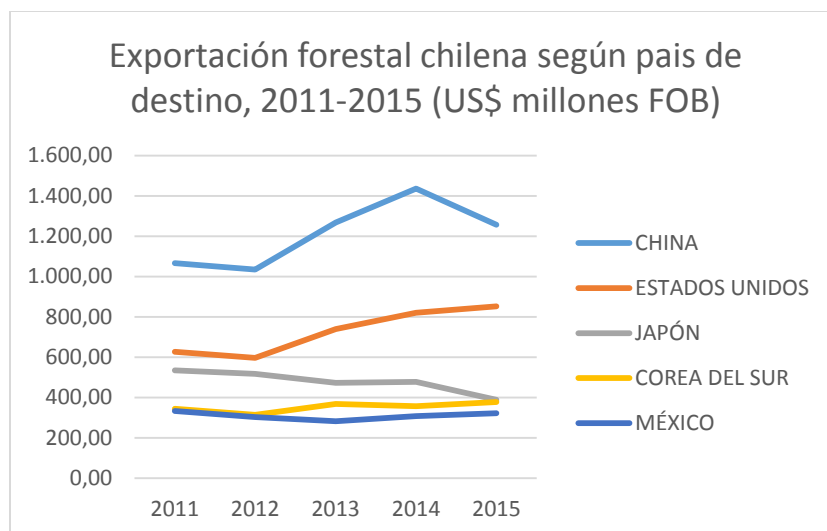


Figura 13. Exportaciones forestales chilenas según país de destino, 2005-2014 (US\$ millones FOB)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR en “Exportaciones Forestales Chilenas, marzo 2016”, p. 5.

En el año 2015, Las exportaciones forestales representaron US\$ 5.439 millones FOB. Como se observa en el gráfico, el país al que más se exportó fue China (24%), que desde 2008 es el primer país importador de productos forestales chilenos. Le siguen Estados Unidos (13%) y Japón (8%).

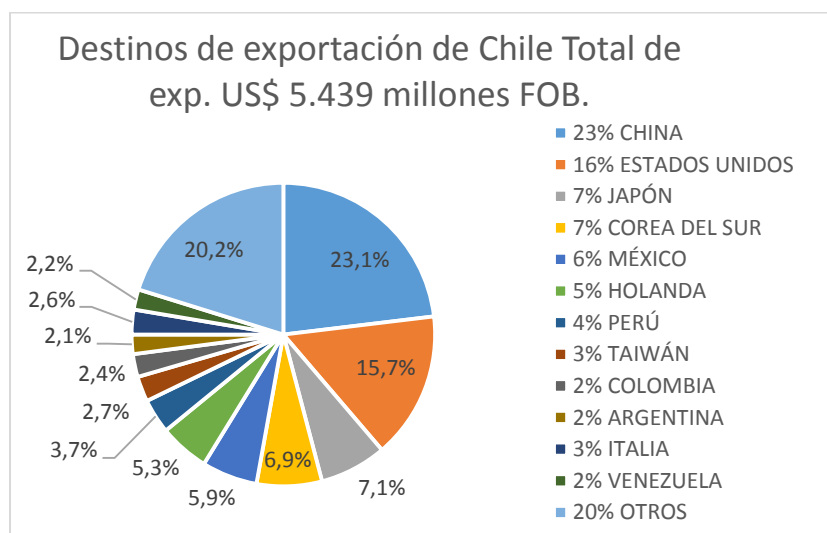


Figura 14. Destinos de Exportaciones Forestales Chilenas en porcentaje

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR en “Exportaciones Forestales Chilenas, marzo 2016”. p.3

Al igual que el gráfico de barras anterior, se puede observar que los países a los que se le exportan productos forestales son principalmente China, EE.UU y Japón acaparando estos tres países más del 50% de las exportaciones forestales de Chile. Es por ello que lo que pase en dichos países afecta directamente a la industria forestal nacional, lo cual repercute en toda la economía.

2.1.6. Aporte al PIB

La figura que se distingue a continuación refleja el aporte del subsector silvícola, dentro del sector agropecuario- silvícola, así como el aporte de la industria forestal (madera, muebles, celulosa, papel e imprenta). Según Infor en el año 2015 el sector forestal aportó el 2,7% del PIB.

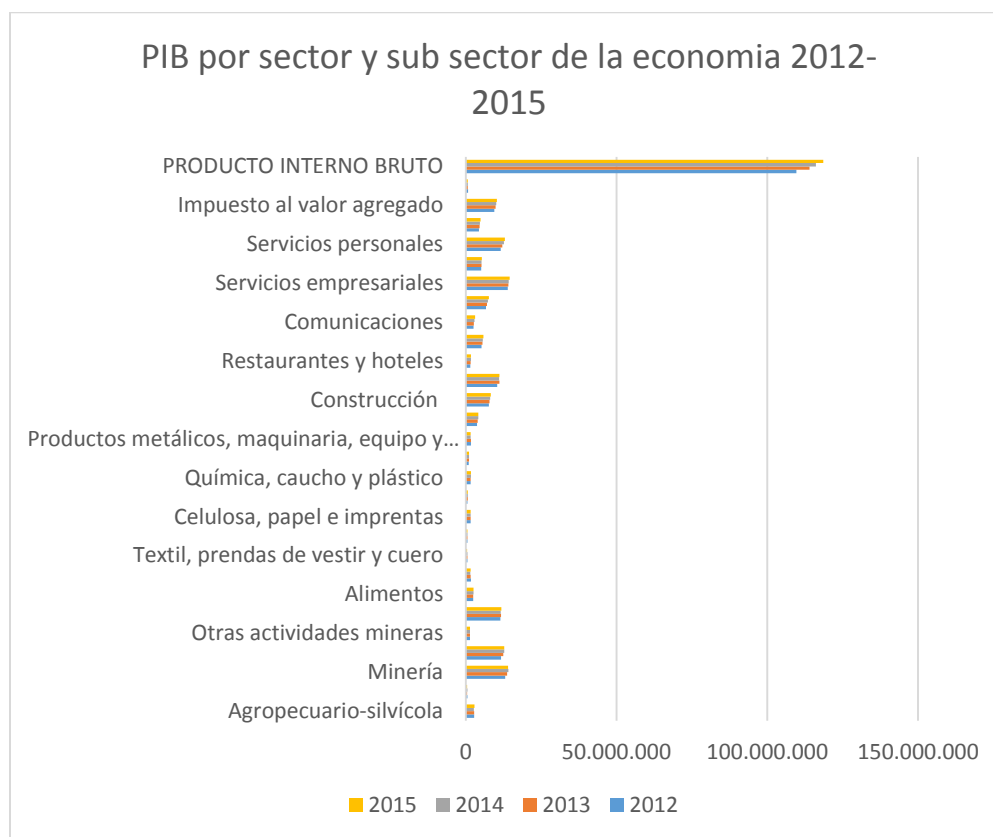


Figura 15. Producto interno bruto por sectores y subsectores de la economía, 2012-2015 (millones de pesos encadenados)

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2015, págs. 9.

2.1.7. Empleo

El sector forestal se destaca por dar empleo a miles de personas. La figura 16 refleja la ocupación del sector forestal según cantidad de empleo, lo que da clara referencia del gran apoyo en la economía del país. En el año 2014, el sector forestal dio empleo directo a 124.172 personas. Adicionalmente, este sector da empleo indirecto a trabajadores de servicios públicos, universidades, organizaciones sindicales, gremiales y ONG's, como también empresas consultoras y de asesoría.

A través de investigaciones realizadas por INFOR y Progea de la Universidad de Chile se señala que, el sector da empleo directo e indirecto a más de 300 mil personas. Esto quiere decir, que por cada empleo directo se genera aproximadamente 1,5 empleos indirectos. Lo que implica que, si se considera que el total de personas ocupadas en el país equivale a 8 millones aproximadamente, este sector representa el 4% del empleo nacional.

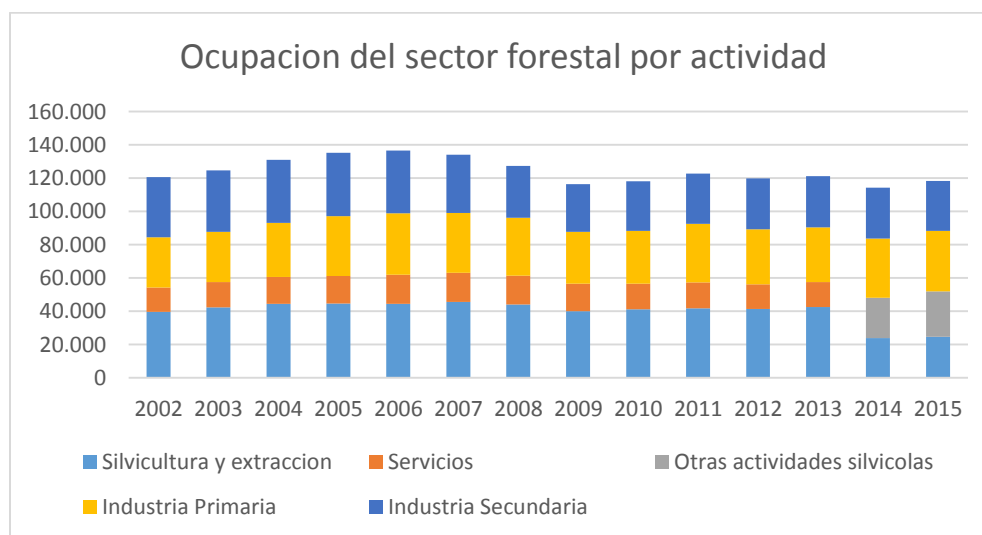


Figura 16. Ocupación del sector forestal por actividad.

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2016, p. 157.

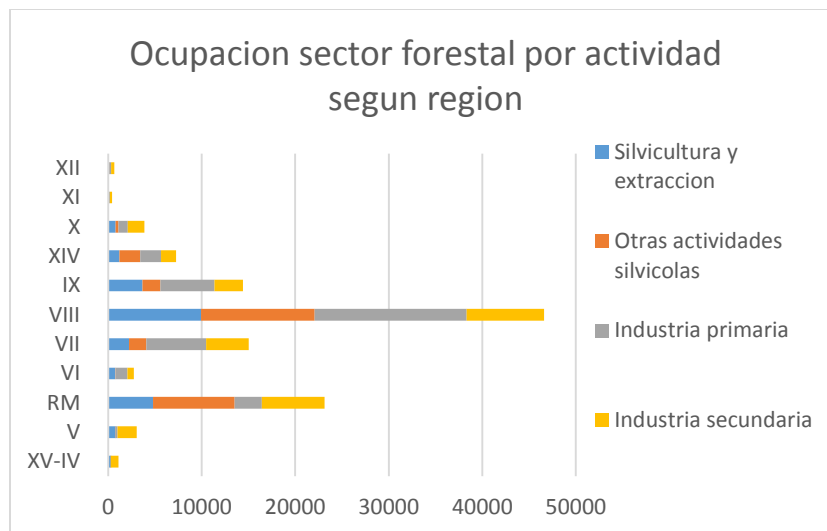


Figura 17. Empleo directo del sector forestal por actividad, según región, año 2014 (personas)

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2016, p. 157.

La Región del Bío bío tiene la mayor participación en la generación de empleos del sector forestal, con 46.604 empleados, seguida por la Región del Maule con 15.042 personas y la de la Araucanía con 14.403 empleados.

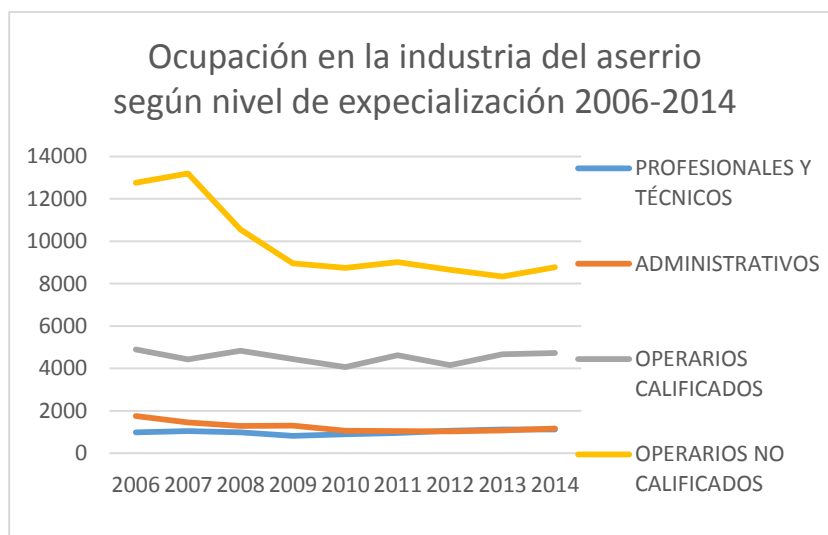


Figura 18. Evolución de la ocupación en la industria del aserrío según nivel de especialización

Fuente: Elaboración propia en base a datos de "Industria del aserrío 2015". p 24

Es muy importante destacar que, durante el año 2014, la industria del aserrío generó 15.786 empleos directos, cifra que corresponde al 12,7% de la ocupación total del sector forestal,

lo que representa un aumento de 3,8% con respecto al año anterior, pero si se compara con el año 2006, récord histórico en producción y ocupación, la cifra representa una caída de 22,6% en el nivel de ocupación de esta industria.

La mayor parte de las personas que trabajan en la industria del aserrío corresponde a operarios no calificados, pero su participación muestra una tendencia a la baja en la última década, llegando en el 2014 a 55,6% del total de la ocupación en el rubro. En el mismo período se ha fortalecido la participación de los operarios calificados y de los profesionales y técnicos, mientras que la participación de las personas ocupadas en actividades administrativas también ha disminuido.

Si bien la importancia relativa de los operarios calificados ha aumentado, en términos absolutos el número de personas ocupadas bajo este nivel de especialización no ha mostrado una tendencia clara en los últimos 10 años, fluctuando en torno a las 4.500 personas a nivel nacional. Por el contrario, el número de operarios no calificados ha disminuido significativamente, desde más de 12 mil personas, a las 8 o 9 mil personas en los últimos años.

2.2. El mercado nacional de madera aserrada

Chile se caracteriza por ser un fuerte productor de madera aserrada proveniente de diversas especies, como; Álamo, Coihue, Eucalipto, Pino radiata, Raulí, entre otras. Esto también se ve reflejado mundialmente, en donde ocupa el décimo segundo lugar en la producción de madera aserrada (1,5%), el año 2013.

Actualmente la Madera Aserrada continúa siendo uno de los productos más relevantes en la Industria Forestal Chilena. Considerando su transe en el tiempo, en donde el 2008 sufrió una gran crisis por la disminución en el mercado de la construcción de casas en Estados Unidos. Luego de eso ha vuelto a repuntar, ascendiendo la producción y exportaciones. No obstante, después de haber llegado a niveles bajo los 6 millones durante la última década, en 2012 logró

generar 7,2 millones de m³, superando en 5,5% el volumen del año anterior, según datos entregados por el Instituto Forestal de Chile (INFOR).

La Industria del aserrío ha evolucionado positivamente con los años, desarrollándose muy bien, esto dado la calidad de los bosques de Pino Radiata que tienen un rápido crecimiento. Es por esta razón que se han desarrollado diversas empresas, como Arauco, Masisa y CMPC que son quienes dominan el mercado chileno.

No obstante, existen otros tipos de obstáculos, como la mano de obra calificada, necesaria para atender los requerimientos sobre la productividad de las instalaciones, mano de obra que se hace escasa por el dinamismo de otros sectores productivos. Destacar además que esta industria es cada vez más automatizada, esto provocado por la falta de mano de obra calificada.

Con el paso de los años la industria de la madera aserrada ha aumentado su calidad, lo que significa que se le ha agregado valor. Aunque la madera aserrada chilena siga siendo de calidad menor a la que se vende en el extranjero, se trabaja para disminuir estas brechas.

2.2.1. Productores

La producción de madera aserrada alcanzó un récord en el año 2006, cuando llegó a 8,7 millones de m³ principalmente como resultado de los altos niveles de demanda del mercado externo por madera aserrada, pero no solo esa era la razón, también por la gran demanda de remanufacturas en el mercado estadounidense. Sin embargo, a partir de la crisis subprime, la producción nacional retrocedió hasta los 5,84 millones de m³, los cuales se registraron en 2009. Desde ahí la producción retomó su crecimiento completando en el 2014 un quinquenio de incremento sostenido. En efecto, la producción de 2014 llegó a 8 millones de m³, lo que representa un incremento de 3,6% respecto de 2013, pero es un 8,3% inferior a la de 2006.

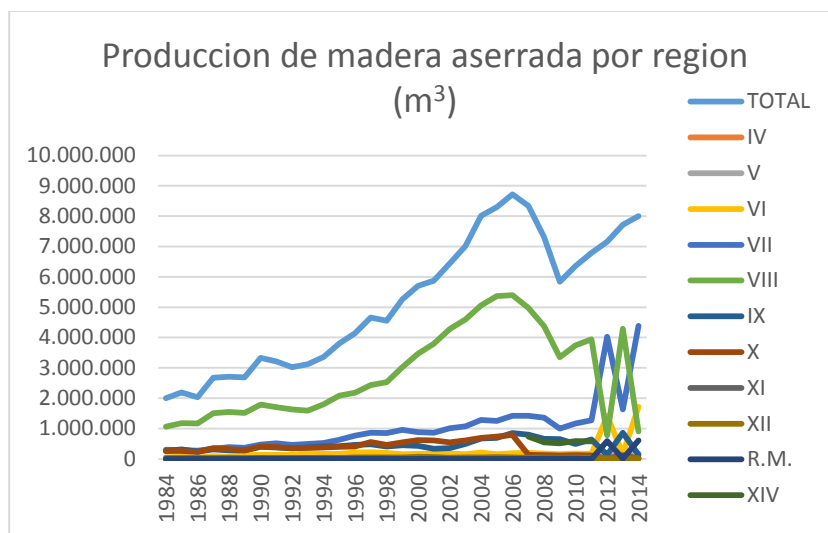


Figura 19. Producción de madera aserrada por región (m3)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de “Industria del aserrío 2015. p 11

Como se observa en la figura 19, la principal región productora de madera aserrada es la Región del Biobío, le siguen en importancia las regiones del Maule, Araucanía y Los Ríos.

Al observar las cifras de los últimos 30 años, la Región del Biobío siempre ha concentrado más del 50% de la producción nacional de madera aserrada, con participaciones que mostraron su repunte en la década del 2000 cuando superaron el 60%. Sin embargo, la producción de madera aserrada de la Región del Maule es la que ha mostrado el crecimiento más importante y sostenido.

Es imperativo destacar que en el año 2012 y 2014 la región del Biobío sufrió drásticas caídas en la producción, pero estas caídas fueron compensadas por la región del Maule, manteniendo la producción del país al alza.

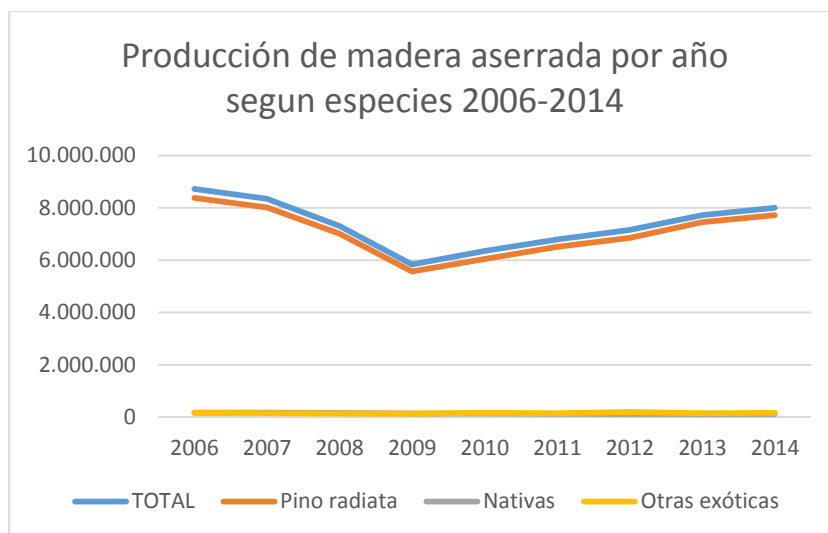


Figura 20. Producción de madera aserrada por año según especies principales

Fuente: Elaboración propia en base a datos de “Industria del aserrío 2015”. p 13

En el gráfico adjunto (figura 20) se puede observar la evolución de la producción de madera aserrada según especies. Como se mencionó anteriormente, la producción con pino radiata ha dominado la producción de madera aserrada nacional, consolidándose como la especie líder, concentrando más del 90% de la producción.

Chile en el ranking de las principales empresas del aserrío año 2014, alcanza un 53,3% de capacidad instalada de la industria del aserrío, sin embargo, la participación de su producción es superior, lo que demuestra que la tasa de operación en estas empresas es mayor a la que registra el resto de las empresas de aserrío.

Aserraderos Arauco, con ocho aserraderos y una capacidad instalada a un turno de 1,55 millones de m³ (17,4% de la capacidad nacional) es la principal empresa productora de madera aserrada en Chile. Luego le sigue CMPC Maderas, con cuatro plantas y una capacidad de 585 miles de m³, lo que representa el 6,6% de la capacidad total. El tercer lugar lo ocupa Forestal Tromen con dos plantas que totalizan una capacidad de 165 miles de m³ y participan con el 1,9% de la capacidad nacional.

Como muestra el siguiente gráfico, el 64% de la madera aserrada producida en el país es consumida en el mercado interno. Cabe destacar que, de este volumen, se estima que 1,53 millones de m³ corresponde a la madera aserrada que se utiliza para producir los productos elaborados o remanufacturas de madera que se exportan, quedando en el mercado interno 3,58 millones de m³ de madera aserrada, que sumado a la importación de 4.500 m³, da un total de 3,59 millones m³ de madera aserrada para el consumo interno.

Durante el año 2014 el número de aserraderos en Chile llegó a 1.178 unidades productivas, lo que representó una disminución de 2,2% en relación al número de aserraderos registrados el año anterior. Esto significa que 26 aserraderos se cerraron definitivamente, marcando una clara tendencia a la baja desde fines de los años 1990, que solo se vio levemente revertida en el período 2004-2007.

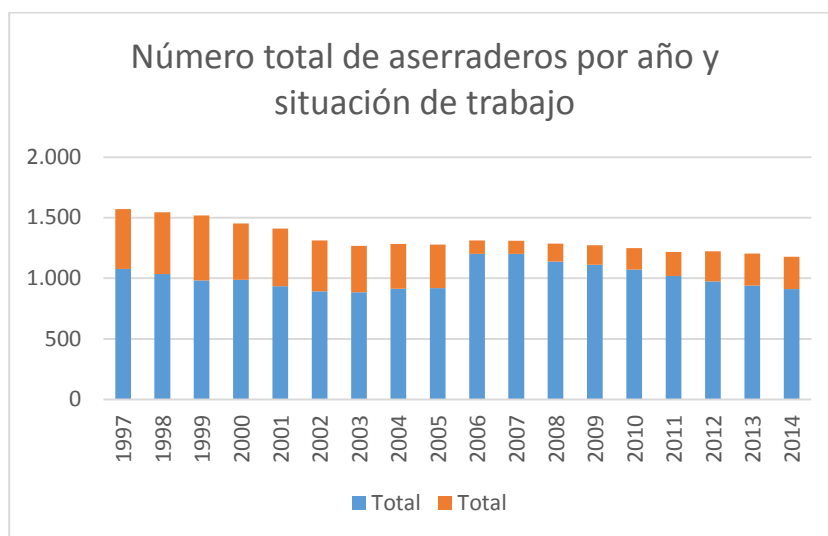


Figura 21. Número total de aserraderos por año y situación de trabajo

Fuente: Elaboración propia en base a datos “Industria del aserrío 2015”. P 7.

El gráfico anterior muestra las variaciones del total de aserraderos que se encuentran trabajando y paralizados. Al año 2014 se encuentran trabajando 912 lo que se traduce que están funcionando un 77,42% del total de aserraderos y el resto se encuentra paralizado.

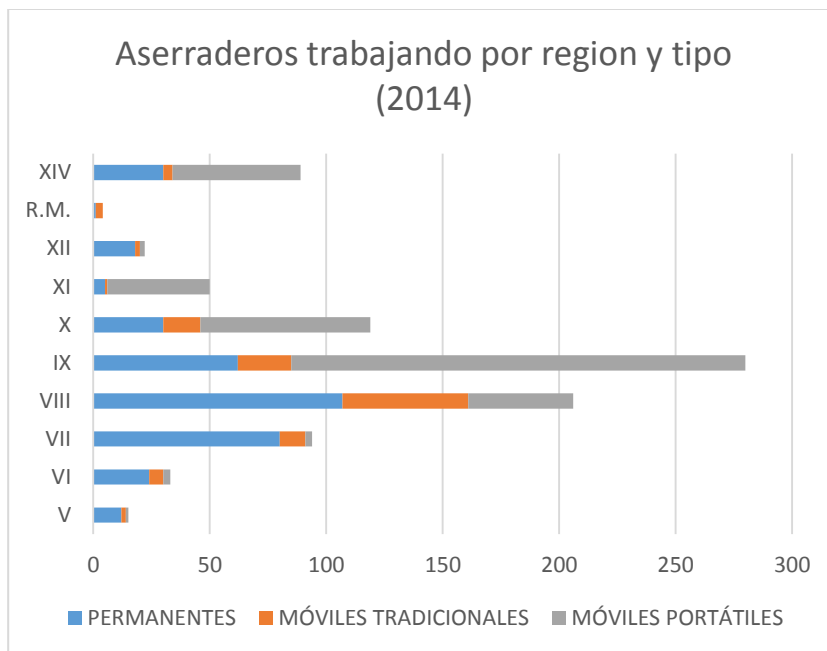


Figura 22. Aserraderos trabajando por región

Fuente: Elaboración propia en base a datos “Industria del aserrío 2015”. p 9.

En la figura 22 se presenta el número de aserraderos trabajando por región el año 2014, en donde se observa la mayor cantidad de aserraderos se concentra en las regiones VIII, IX, X.

2.2.2. Consumidores

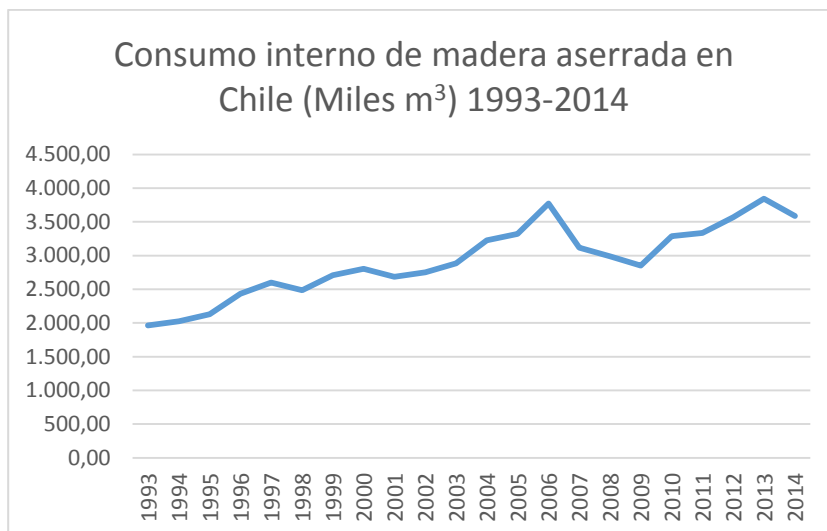


Figura 23. Consumo interno de madera aserrada

Fuente: Elaboración propia en base a datos de “Industria del aserrío 2015”. p 4

La producción de madera aserrada va acompañada del consumo de madera en trozas en la industria del aserrío, la cual llegó a 15,61 millones de m³ en el 2014, siguiendo la tendencia de crecimiento sostenido que se observa desde el año 2010, pero sin retornar aún a los niveles registrados a mediados de la década anterior.



Figura 24. Consumo madera aserrada en trozas por región en metro cubico.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de “Industria del aserrío 2015”, p 18.

A nivel regional, la Región del Biobío acusa el mayor consumo de madera en trozas, con un 53,7% del total, seguida por la Región del Maule con 22,0%, Araucanía 12,2% y Los Ríos 6,9%. En el extremo opuesto se encuentran las regiones Metropolitana, Aysén y Valparaíso, las que en conjunto explican solo el 0,5% del consumo total de madera en trozas.

2.2.3. Precios Madera Aserrada

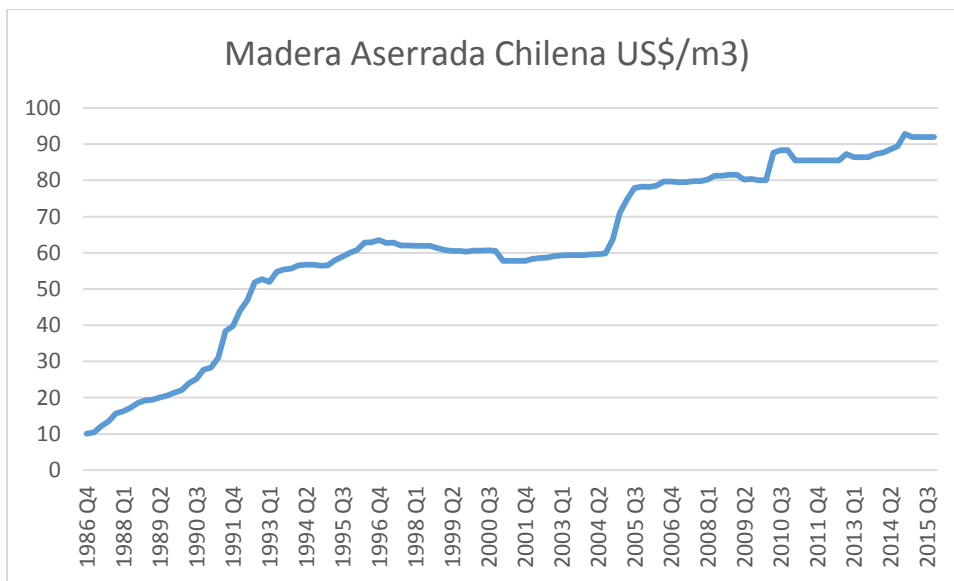


Figura 25. Comportamiento de los precios de la Madera Aserrada Chilena en los últimos 29 años.

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2016, p. 128.

El precio interno de la madera aserrada chilena ha experimentado un alza constante en los últimos 30 años, desde 1986 hasta 1997 fue un alza constante en el precio hasta llegar entre los años 1996 y 2005 en donde se mantuvo relativamente constante, para posteriormente volver a subir constantemente el precio. Desde el 2006 en adelante se experimentó un alza considerable de precio esto en respuesta de la disminución en la producción de madera aserrada nacional, la cual disminuyó en más de 2 millones de m³ en menos de 3 años (entre 2006 y 2009), luego del año 2009 la producción volvió a aumentar de forma constante y con una pendiente positiva pero leve, razón por la cual desde el año 2010 el precio se ha mantenido relativamente constante (pero con una pequeña tendencia al alza), la tendencia al alza podría explicarse con el terremoto del año 2010, en donde la demanda por madera aserrada aumento lo que se traduciría en un alza de su precio (aunque la disponibilidad del producto también haya aumentado). Ahora agregando a estos factores se le suman aspectos como la energía, tecnología y baja mano de obra calificada. En cuanto a la energía esta ha ido aumentando progresivamente sobre todo el combustible que es

esencial para la maquinaria. La industria forestal está cada vez más automatizada lo que requiere inversiones millonarias en maquinaria para la extracción y producción de la madera. Por último, la mano de obra calificada ha migrado a otros sectores productivos como la minería, por lo que operarios calificados para manejar maquinaria sofisticada son cada vez menos, de todas maneras, esto se compensa con la alta automatización del sector por lo que la producción no se ve perjudicada por este factor.

2.3. El mercado mundial de madera aserrada

En el año 2014 las exportaciones mundiales de madera aserrada alcanzaron los 38,9 billones de dólares (Observatory of Economic Complexity), en donde Canadá lidera las exportaciones con un 20%, seguido de Rusia (9,8%), Estados Unidos (9,2%) y Suecia (9,1%). Chile posee un 2,5% de participación mundial en exportaciones siendo el mayor exportador de América del Sur. El continente que más exporta este producto es Europa con 19 billones de dólares, seguido de América del Norte con 11 billones de dólares.

Las importaciones mundiales en esa misma fecha alcanzaron los 38,9 billones de dólares, cifra que necesariamente debe coincidir con las exportaciones ya que se está hablando del mundo. China es el mayor importador de madera aserrada con un 19% del total, seguido muy de cerca por Estados Unidos con un 15%, luego más atrás se encuentra Japón (6%) y Reino Unido (5,7%). Chile igual importa madera aserrada sin embargo su participación es bajísima alcanzando los 0,025% del total ubicándolo en quinto lugar en América del Sur. Los continentes que más importan este producto son Asia con 16 billones de dólares, seguido por Europa con 12 billones de dólares.

2.3.1. Productores

Canadá destina más de la mitad de su producción a enviar madera aserrada a Estados Unidos (65%), y el resto lo divide en países de Asia como China (18%) y Japón (9,3%), mientras que recibe principalmente la madera aserrada de Estados Unidos (93%) y Brasil (1%).

Estados Unidos envía más de la mitad de la producción a países asiáticos como China (37%) y Japón (6%), mientras que Canadá (14%) y México (8,7%) son los principales destinos de América del Norte, mientras que recibe madera aserrada desde Canadá (87%), Chile (2,3%) y Brasil (2,2%).

Suecia se encarga de enviar más de la mitad de su producción de madera aserrada a Europa, principalmente al Reino Unido (22%), Noruega (9,2%), Dinamarca (6,7%) y Alemania (6,5%), mientras que recibe desde Europa, principalmente desde Noruega (45%), Estonia (10% y Finlandia (9,4%).

China se encarga de abastecer a Asia, principalmente a Japón (31%) y Corea del Sur (31%), mientras que Estados Unidos es destino del 9,9% de su producción total, pero China se caracteriza por importar grandes cantidades de madera aserrada principalmente desde Canadá (19%), Estados Unidos (18%) y Rusia (17%). Es curioso como China mantiene diversos proveedores en todo el mundo manteniendo una similar proporción de importaciones en América del Norte, Asia y Europa (cerca al 15%).

Japón exporta casi la totalidad de su producción a Asia, siendo su mayor destino China (48%), Corea del Sur (17%) y Filipinas (16%), al igual que china se caracteriza por importar grandes cantidades más que exportar, es por ello que el origen de la madera aserrada que importa es de América del Norte con Canadá (30%) y Estados Unidos (9,2%), seguido de Europa con Rusia (12%) y Suecia (9%), al igual que China mantiene una proporción similar entre Europa y América del Norte cercana al 45% en ambas regiones.

Se puede observar claramente que Canadá y Estados Unidos interactúan con gran parte del mundo, mientras que Suecia se limita a interactuar con Europa y tímidamente con el resto del mundo, mientras que China y Japón si bien es cierto interactúan con todo el mundo, el mercado asiático es preferido.

2.3.2. Consumidores

Dentro de la región de Asia, continente que más importa madera aserrada en el mundo con un 42% aproximadamente del total mundial, se encuentra como mayor importador China, Japón y Vietnam.

En Europa, segunda región más importadora de madera aserrada en el mundo con un 32% aproximadamente, destacan Reino Unido, Alemania e Italia.

En América del Norte, tercer continente de más consumo de madera aserrada con un 18% aproximadamente, destacan Estados Unidos, Canadá y México.

Dentro de África, con una participación mundial de consumo de un 7% aproximadamente, destacan Egipto y Argelia.

En continentes como Oceanía, con un 1% de participación, destacan Australia y Nueva Zelanda. Y en América del Sur, con un 0,2% de participación, destacan Perú y Brasil.

2.3.3. Precios madera aserrada Canadá

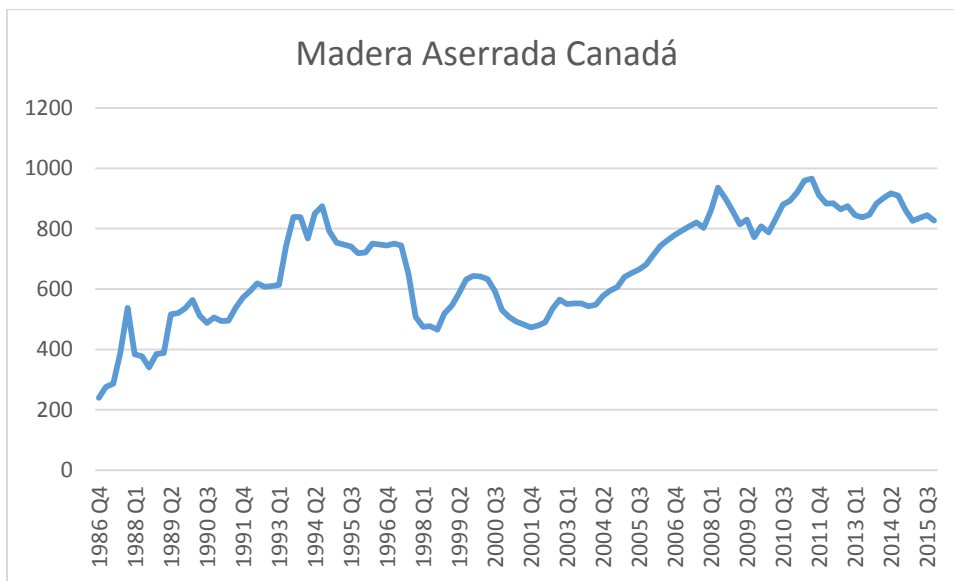


Figura 26. Precios madera aserrada Canadá (US\$/m3).

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi.

Los precios de la madera aserrada de Canadá están sujetos directamente a las crisis mundiales que han ocurrido en los últimos 30 años, además como EE.UU. es su principal comprador de madera aserrada, lo que pase en EE.UU. repercutirá inevitablemente en la compra y precio de este producto. Es por ello que se puede observar una caída drástica en 1987, producto de la crisis en EE. UU de ese año conocido como lunes negros en donde los mercados de valores de EE. UU se desplomaron para posteriormente repercutir en el mundo. Luego el precio se fue estabilizando ayudado de la recuperación de la economía mundial en 1992, en donde bajo el precio del crudo, hubo una disminución en los tipos de interés, recuperación de confianza tras la Guerra del golfo pérsico y bajas en las exigencias en los países industrialización que reactivarían la producción. Ya en 1997 se experimenta otra baja en el precio explicada por la crisis asiática o también conocida como crisis del fondo monetario internacional en donde se tenía el temor de un desastre económico mundial por contagio financiero. A esta crisis se le reconoce como la primera crisis de la globalización, esto porque se devaluó la moneda tailandesa y tuvo un efecto domino en

otros países de Asia. Al ocurrir esta crisis los inversores no querían poner su dinero en países desarrollados de todo el mundo por temor a una crisis y posterior pérdida de su dinero. Luego de recuperarse el precio llegó en 2000 otra crisis que perjudicó el precio de la madera aserrada, la cual fue el estallido de la burbuja tecnológica en EE.UU. este estallido marco el principio de una relativamente suave pero larga recesión en las naciones occidentales. Luego de recuperarse en 2007 y superar su precio más alto el 1995, ocurre la explosión de la burbuja inmobiliaria en EE.UU. en 2008, en donde se produjo principalmente una crisis de liquidez, lo que mermó la importación de EE.UU. Tras recuperarse de forma rápida el precio, en 2011 ocurre la crisis llama techo de deuda en EE.UU. lo que perjudica nuevamente el precio de la madera aserrada en Canadá, y tras superar esta crisis ocurre un ambiente poco favorable para la economía mundial en 2013, en donde los crecimientos de las grandes economías no fueron los proyectados, la Eurozona posee problemas de demanda debilitada, expectativas bajísimas y políticas fiscales que no favorecen el crecimiento económico y por último la economía de EE.UU. está desacelerada por la contracción del gasto público en el sector privado.

2.4. Mercado nacional de la celulosa

Chile es un productor y exportador de celulosa de clase mundial. La industria de la celulosa, en la actualidad, es uno de los sectores más importantes en Chile y el mundo, y ha llevado su producto al estatus de "commodity", es decir, un bien que es producido en masa por el hombre o del cual existen grandes cantidades disponibles en la naturaleza, con un bajo nivel de diferenciación o especialización.

A diferencia de commodities como el cobre, para la celulosa no existe una bolsa donde se transe el producto y se establezca un precio de mercado. Además, la industria consumidora es renuente a utilizar instrumentos financieros que mitiguen las fluctuaciones en el precio del

insumo, por lo que la naturaleza cíclica de los precios es una característica permanente. De hecho, no existirían modelos para predecir consistentemente la evolución de los precios de la celulosa

Chile es un país en donde las condiciones de clima, suelo y pluviometría favorecen al desarrollo de variadas especies forestales, unidas al esfuerzo de los sectores público y privado, han permitido en las últimas tres décadas la creación de una considerable masa forestal en la zona sur del país, que es la base para una de las industrias locales más dinámicas.

Cerca de un 45% de la superficie continental de Chile es apta para la actividad forestal. En la actualidad, un 21% de la superficie del país está cubierta por bosques. De este porcentaje, un 18% corresponde a bosques naturales, la mayoría de los cuales están bajo protección en el marco del Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado (SNASPE). El 3% restante corresponde a bosques cultivados, plantados por el hombre. Son estas plantaciones, que cubren unos 2,3 millones de hectáreas, las que actualmente sustentan la actividad forestal nacional, incluida la industria de la celulosa.

A nivel mundial, Chile fue el uno de los principales exportadores de celulosa en el año 2012. Las empresas chilenas exportaron 4,32 millones de toneladas de celulosa, por un valor FOB de US\$ 2.532 millones. Excluyendo las exportaciones de cobre y molibdeno, que ese año alcanzaron la cifra récord de US\$ 48.000 millones (61% del valor FOB total exportado por Chile), la industria de la celulosa, sustentada en un recurso natural renovable, posicionó a este producto como el segundo en importancia, representando un 3,5% del valor total de las exportaciones chilenas.

Cabe mencionar que en el producto interno bruto (PIB) del país la celulosa posee 1.562.042 millones de pesos encadenados lo que representa más de la mitad del PIB correspondiente al sector forestal. (INFOR, 2016).

Según un estudio realizado por Donoso S. & Reyes R en 2015 entre 1988 y 2015 el precio de exportación de la pulpa química ha variado constantemente. Por ejemplo, entre los años 1994 y 1995, el precio de exportación de la pulpa aumentó de 485,1 US\$ (FOB)/t a 816,4 US\$ (FOB)/t (68,3% de aumento), siendo este el mayor incremento registrado en los últimos 27 años. Sin embargo, en ese mismo periodo, el valor del Metro Ruma, en moneda nacional, varió de 27.224 a 27.046 \$/MR. De igual forma, entre 2009 y 2011, el precio de exportación de la pulpa química se incrementó de 482,3 US\$ (FOB)/t a 761,0 US\$ (FOB)/t (57,8% de aumento), mientras que el Metro Ruma de madera puesto en planta varió de 27.112 a 25.727 \$/MR. De hecho, ante cada variación del precio de exportación de celulosa, el precio del Metro Ruma permanece sin mayores alteraciones o, en otras palabras, no varía proporcionalmente. Este fenómeno se explica, más aún cuando diversos estudios indican que la madera representa al menos el 40% de los costos variables para producir una tonelada de celulosa. En la práctica, se necesitan aproximadamente 4,5 m³ de madera de *P. radiata* para producir una tonelada de celulosa de fibra larga. Es decir, las trozas de madera para pulpa son importantes en el proceso de producción de celulosa y desde hace casi tres décadas esta relación no se refleja en el mercado forestal. Es más, el precio del Metro Ruma de pino insigne se ha mantenido en uno casi constante desde inicio de los años 90, independientemente del precio internacional de la celulosa.

Se puede destacar un trabajo presentado a la Fiscalía Nacional Económica por la Universidad de Concepción en 2009, el cual indicó que en el mercado de compra de trozas pulpables pareciera existir una baja competencia local debido a la alta concentración de la propiedad en pocas empresas, a la separación espacial de las grandes plantas en el territorio y a los altos costos de transporte interno de las trozas. Esto significa que las grandes empresas son las principales demandantes de trozas pulpables en los mercados locales, permitiéndoles determinar el precio al

que comprarán la materia prima, lo que afecta a distintos actores del mercado forestal del país. Los propietarios pequeños y medianos en su mayoría, su producción finalizan en la generación de trozas pulpables o Metro Ruma. Luego, esto repercute en los propietarios venden las trozas, pero a un precio casi fijo, aunque el commodity (celulosa) haya aumentado su precio.

2.4.1. Productores

Es importante mencionar que el mercado forestal está controlado por dos grandes grupos económicos, los grupos Angelini (ARAUCO) y Matte (CMPC), que en total exportaron más del 78% de la producción nacional (año 2014).

La primera planta de celulosa se abre el año 1959 en Laja. Luego, se le sumaron dos nuevas plantas, Arauco I y Constitución, en la década de los 90' se construyeron cuatro plantas más, Santa Fe, Pacifico, Arauco II y Licancel. Luego en el año 2000 aparecen tres nuevas industrias: Nueva Aldea, Valdivia y la ampliación de Santa Fe.

El grupo Arauco posee instalaciones en Licancel, Constitución, Nueva aldea, Arauco y Valdivia., mientras que CMPC posee instalaciones en Nacimiento, Angol y Laja. Las plantas con más capacidad instalada pertenecen a Nacimiento con 1,5 millones de toneladas y luego a Nueva Aldea con 1,07 millones de toneladas.

Como se menciona anteriormente Celulosa Arauco y Constitución S.A. lidera el monto exportado de productos forestales con 1.525,5 millones de US\$ precio FOB, mientras que le sigue CMPC Celulosa S.A. con 1.069,9 millones de US\$ precio FOB. (INFOR, 2016).

2.4.2. Consumidores

Los consumidores de celulosa en Chile son escasos, tanto en participación de la industria como en la compra de esta, además dicha información está limitada a las grandes empresas forestales, el bajo consumo de celulosa en el país es principalmente por la baja competencia tecnológica que posee Chile en la industria del papel, es por ello que se prefiere exportar la

celulosa y luego importar los diversos productos derivados de la celulosa blanqueada (papel de impresión, papel de escritura y papel sanitario), sin embargo según Infor en su anuario forestal 2016 entrega un consumo aparente de la pulpa de madera a través de los años.

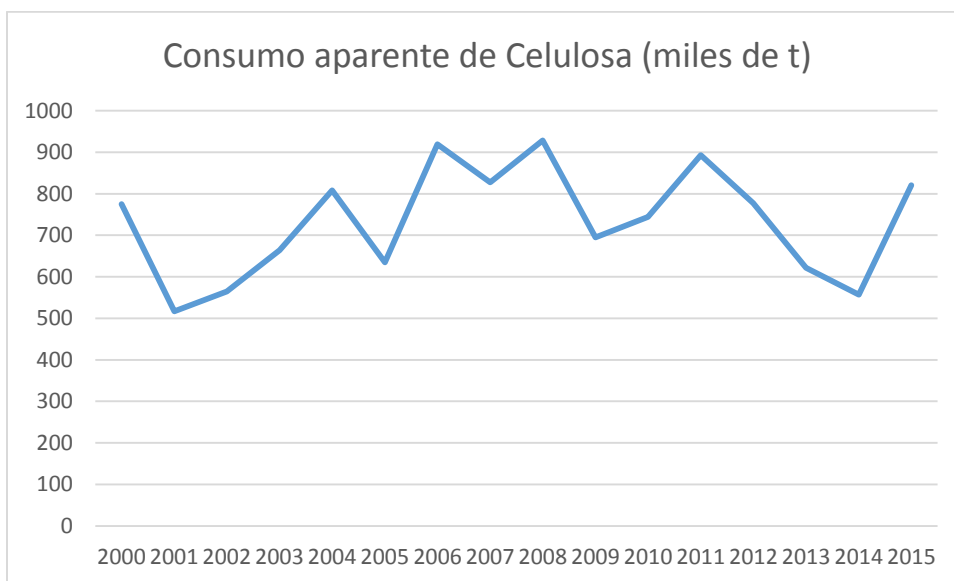


Figura 27. Consumo aparente de Celulosa (miles de t).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Infor, anuario forestal 2016, pág. 86.

Se puede apreciar en la figura 27 que el consumo aparente de celulosa en Chile ha tenido una alta fluctuación a través del tiempo, mostrando sus mayores valores en los años 2006 y 2008. En el año 2009 cayó significativamente como resultado de la crisis del año anterior, sin embargo, otra fuerte caída se presentó desde el año 2011 hasta el 2014, para posteriormente recuperar en el año 2015.

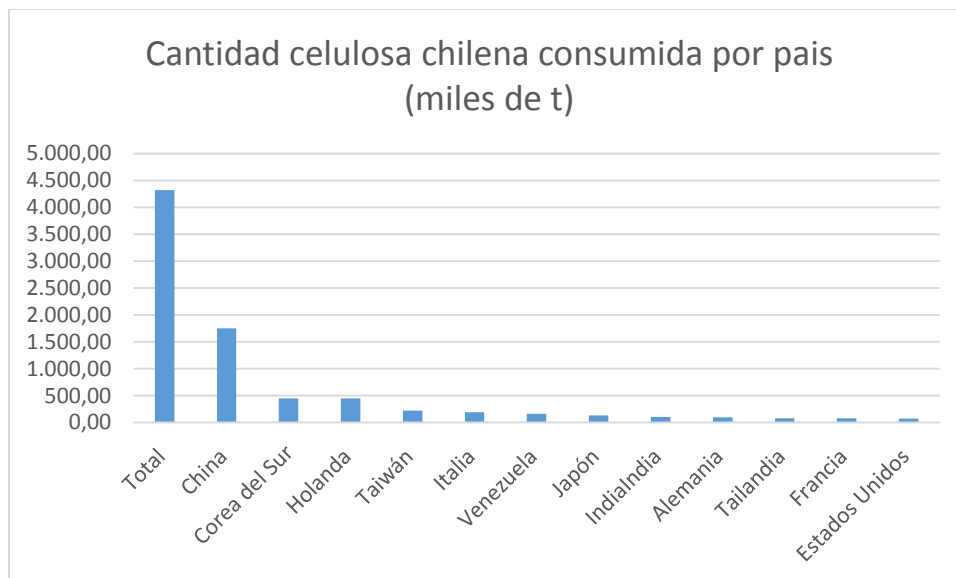


Figura 28. Cantidad de celulosa chilena consumida por país en miles de toneladas.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Infor, anuario forestal 2016, pág. 111.

El total de celulosa consumida a los países de destino es alrededor de 4.300 mil toneladas, China lidera el consumo de celulosa de Chile con 1.700 mil toneladas aprox. Seguida de Holanda con 449 mil toneladas aprox. Y en tercer lugar Corea del Sur con 450 mil toneladas aprox. Se puede observar que la tendencia es claramente para los países asiáticos y luego de los países europeos.

2.4.3. Precios celulosa chilena

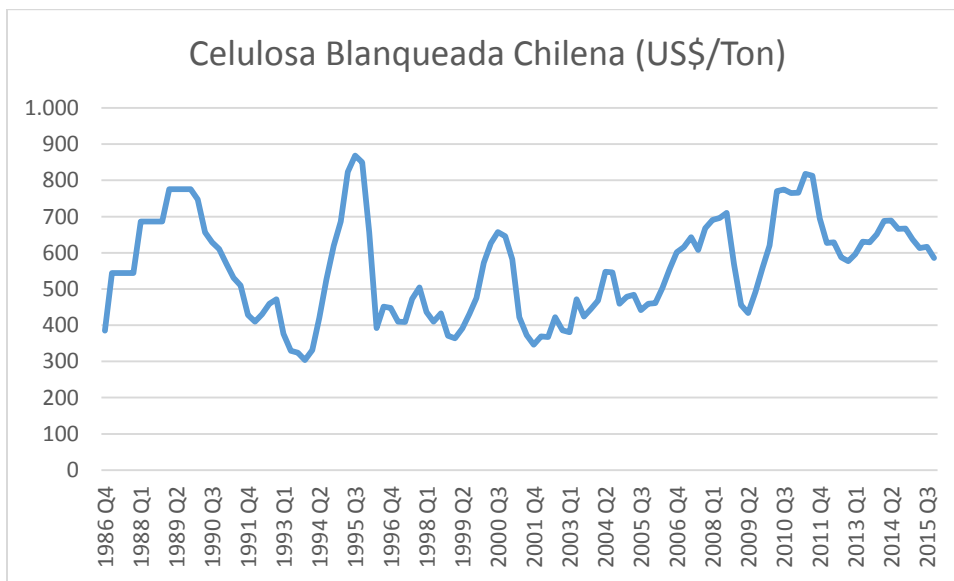


Figura 29. Celulosa Blanqueada Chilena (US\$/Ton) últimos 29 años.

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2016, p. 127.

El precio interno de la celulosa blanqueada chilena ha experimentado muchas variaciones a lo largo del tiempo. Se logra observar que hasta el año 1990 se mantuvo al alza, luego de ese año sufrió variaciones en donde el precio disminuyó fuertemente llegando al año 1995 en donde volvió a repuntar el precio. Las variaciones sufridas en el precio de la celulosa blanqueada son muy parecidas al precio de la celulosa cruda. Por la desaceleración sufrida en el país los años 1998 a 1999 disminuyeron las exportaciones, pero luego de eso la economía vuelve al camino del crecimiento desde el 2000 a 2009. Desde el 2006 el precio interno de la celulosa blanqueada experimentó un alza nuevamente, hasta el año 2008 en donde ocurrió la crisis subprime, la cual afectó nuevamente la economía chilena, aquí se redujeron de manera importante las ventas, en especial las de Arauco y CMPC. A inicios del año 2010 el precio cae, lo que se puede explicar por el terremoto sufrido en febrero de ese año, pero que vuelve repuntar meses después por el aumento en la demanda de celulosa blanqueada y las exportaciones aumentaron por sobre un 4% en comparación con el año 2009. Luego de eso se ha mantenido a la baja con leves variaciones.

2.5. Mercado mundial de la celulosa

Considerando los países extranjeros, se puede destacar que al igual que en Chile ya llevan varios años trabajando con la celulosa. En el año 2010 el norte de América tenía un 32% de la producción mundial, mientras que los países del norte de Europa registran un 13%, América Latina en los últimos años ha aumentado significativamente su participación en la producción mundial alcanzando un 27%, mientras que Europa tiene un 14%. Por otro lado, en Chile en los últimos 10 años su participación había aumentado al doble, siguiendo la misma tendencia de América latina, alcanzando 4,7 millones de toneladas, lo que significaba un 8% de participación mundial.

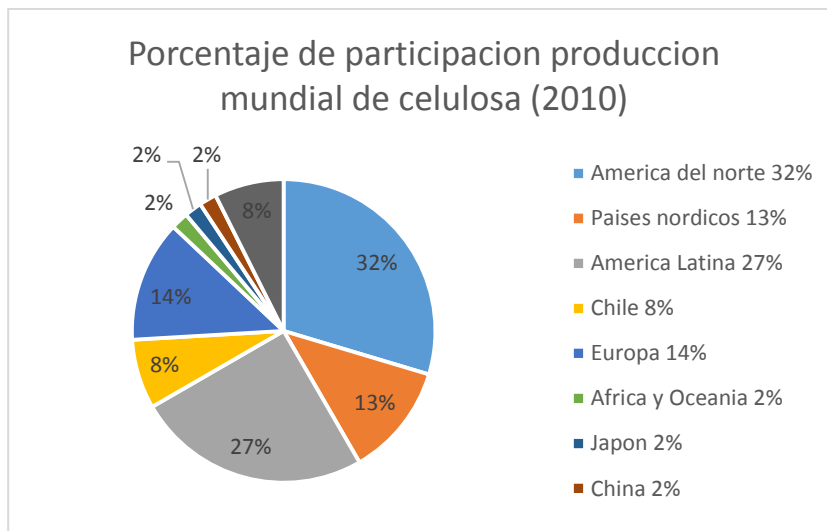


Figura 30. Porcentaje de participación mundial en 2010

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CMPC, “Mercado de la celulosa actualidad y evolución”, pág. 3.

Según el estudio Mercado de la Celulosa de CMPC, globalmente la demanda de Celulosa ha aumentado a una tasa promedio de 2,6% anual, si se quisiera dividir el crecimiento por calidad, se obtiene que la demanda por celulosa fibra larga es de un 1,3% y la celulosa de fibra corta es de un 4,6% todo esto entre los años 2000 y 2009.

El crecimiento por la demanda mundial de fibra larga se observa que en América aumentó un 1,3%, en Europa un 1,1%, en el Resto de Asia un 3,1% y en África y Oceanía un 4,7%, mientras

que en China aumentó un 21,8% lo que se da básicamente por el modelo económico que China venía generando en esos años (entre 1990 y 2009), en donde se basaba en la inversión por lo que demandaban más materias primas al mundo.

Dentro del mismo estudio de CMPC arrojó que la demanda de celulosa depende de la demanda de papel, mientras que la demanda por papeles de embalaje depende de la actividad industrial manufacturera, los estándares de embalaje, sistema de distribución y el comercio de bienes. Pero, no hay que olvidar que los papeles de impresión y escritura (incluido papel periódico), enfrentan la competencia de los medios electrónicos de transmisión y almacenamiento de información.

La demanda global por la celulosa ha crecido gracias al crecimiento económico mundial, también se explica por el acelerado crecimiento de la industria papelera de China, mientras que los productores integrados se focalizan en ciertos tipos de papeles, delegan en especialistas la provisión de celulosa.

2.5.1. Productores

Actualmente la mitad de las compañías de celulosa que lideraban en 1990 ya no existen o fueron absorbidas por otras empresas. En el año 2010 las empresas de este ranking controlaban un 70% de la oferta mundial, se destacada además que aparecían empresas chilenas como Arauco (puesto 3) y CMPC (puesto 6), y ahora existen nueve compañías que poseen operaciones en regiones no tradicionales, el líder Fibria controla el 9% de la oferta mundial, sin embargo, las empresas Chilenas Arauco y CMPC controlan un 6% y 4% respectivamente.

Tabla 2: Empresas en 2010 con participación de mercado en la celulosa.

Ranking 2010	Empresas	Mercado de Pulpa (2010) miles de toneladas	Porcentaje de participación
1	FIBRIA	5.395	9,20%
2	APP TOTAL	3.345	5,70%
3	ARAUCO	3.265	5,60%
4	APRIL	2.680	4,60%
5	GEORGIA PACIFIC (KOCH)	2.315	3,90%
6	CMPC	2.095	3,60%
7	SODRA	2.065	3,50%
8	WEYERHAEUSER	1.880	3,20%
9	UPM-KYMMENE	1.800	3,10%
10	BOTNIA/M-REAL	1.790	3,00%
TOTAL CAPACIDAD MUNDIAL		58.725	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de “Mercado de la celulosa actualidad y evolución”, CMPC 2010 p14.

En el año 2014 las exportaciones mundiales de madera aserrada alcanzaron los 6,03 billones de dólares (Observatory of Economic Complexity), en donde Estados Unidos lidera las exportaciones con un 24%, seguido de Alemania (18%), China (12%) y Suecia (2,3%). El continente que más exporta este producto es Europa con 2,61 billones de dólares, seguido de Asia con 1,66 billones de dólares.

2.5.2. Consumidores

Las importaciones mundiales en 2014 alcanzaron los 6,03 billones de dólares, cifra que necesariamente debe coincidir con las exportaciones ya que se está hablando del mundo. Estados Unidos es el mayor importador de madera aserrada con un 8,6% del total, seguido por China con un 6,8%, luego más atrás se encuentra Bélgica (5,8%) y Alemania (5%). Los continentes que más importan este producto son Europa con 2,32 billones de dólares, seguido por Asia con 2,14 billones de dólares.

Alemania destina su producción a enviar celulosa a Estados Unidos (10%), y el resto lo divide en países de Asia como Turquía (6%) y China (3,4%) y países de Europa como Italia (7%) y Rusia (5.7%), mientras que recibe principalmente la celulosa de Estados Unidos (24%) y Japón (13%).

China envía la producción a Estados Unidos (16%) y países asiáticos como India (7,1%) e Indonesia (4,2%), mientras que Rusia (4,2%) y Bélgica (4%) son los principales destinos de Europa, mientras que recibe celulosa desde Estados Unidos (60%), Hong Kong (10%) y Alemania (8,9%).

Estados Unidos se encarga de enviar su producción de celulosa a Asia, principalmente a China (17%), Corea del Sur (8,3%), Japón (7,9%), también envía a Brasil (6,3%), Bélgica (8%) y Reino Unido (7,2%), mientras que recibe desde Europa, principalmente desde Alemania (21%) y Finlandia (12%), como también recibe desde China (23%) y Japón (6.2%).

Suecia se encarga de abastecer a Estados Unidos (13%), India (6,3%), Alemania (5,9%) y Nigeria (6,6%) no está concentrado en ningún continente, y guarda relaciones similares entre ellos cercanos al 30% entre Asia, Europa y América del Norte, e importa desde Europa, principalmente de Alemania (27%), Bélgica (17%) y Finlandia (16%).

Brasil exporta principalmente su producción a América del Norte, principalmente a Estados Unidos (22%) y México (14%) y el origen de casi la mitad de las importaciones es Estados Unidos (45%), pero también China y Alemania son importantes con 13% y 18% respectivamente.

2.5.3. Precios celulosa Suecia

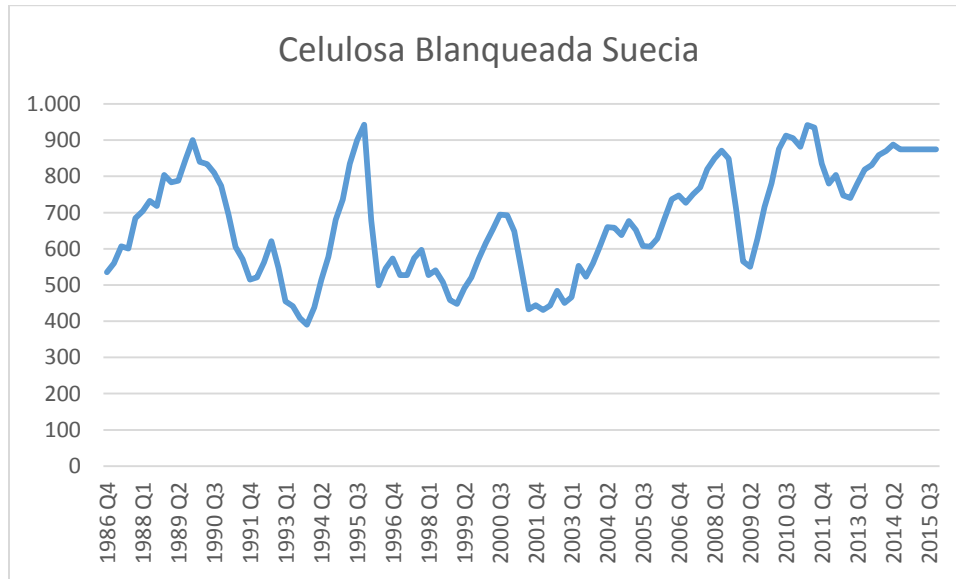


Figura 31. Celulosa Blanqueada Suecia (US\$/Ton) últimos 29 años.

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi.

El gráfico anterior muestra como el precio interno de la celulosa blanqueada ha sufrido variaciones. Se observa que es una serie de tiempo estacionaria, dado que su media varía sistemáticamente con el tiempo. Cabe destacar que las variaciones producidas muestran una tendencia levemente a la baja con un quiebre importante el año 1994, tendencia que persiste hasta el año 2003, y que luego sufre un cambio al alza, sufriendo quiebres el año 2009 y 2013. Cabe destacar que en 1980 se deterioró de la situación económica y la inflación alcanzó niveles de 7,5% y 8,9% en enero de ese año, en 1990 comienza la crisis con una inflación de 1,313%, o lo que las inversiones y producciones forestales disminuyeron. En 1991 estalla una burbuja inmobiliaria con efectos devastadores, el paro que en Suecia era del 3% en 1990 en pleno empleo, pasó a ser en 1993 del 12%. En 1992 se derrumbó el tipo de cambio, más la recesión, produjo malos préstamos. El año siguiente en 1993 el PIB se redujo 5% en comparación al de 1992, a fines de este año se comenzó con una recuperación cíclica. Dos años más tarde en 1995 se abre una planta de blanqueo desarrollada por Sunds y con la empresa norteamericana Unión

Camp. En 2002 la inflación estaba en 2,082%, en 2008 ocurre la crisis subprime, en 2009 ocurre crisis europea que afecta a Suecia, lo que aumenta el desempleo al 8,7%. En 2011 el IPC llegó a 2,288%. Al ocurrir estas crisis se ve claramente cómo afecta directamente en esos años o en un año posterior al precio de la celulosa de Suecia

3. Capítulo 3: Metodología

3.1. Tipo de estudio

La investigación realizada contempla un estudio de carácter cuantitativo de corte longitudinal de series de tiempo que describe y analiza econométricamente los precios de la madera aserrada y la celulosa desde el año 1986 hasta el año 2015. La investigación consistió, primero en un análisis estadístico descriptivo, y luego se realizó un análisis estadístico econométrico inferencial a través de series de tiempo con el programa estadístico R.

Un tema fundamental que se presenta al analizar los mercados forestales mundiales es en qué medida el mercado interno de productos forestales de Chile reacciona a las variaciones de los precios internacionales. Esta investigación corresponde a la primera etapa de un estudio sobre la transmisión de precios espacial entre los principales productos forestales chilenos y los precios internacionales. Esta primera parte analiza descriptivamente y estadísticamente los precios de productos forestales chilenos e internacionales, estimando modelos ARIMA para explicar su generación y realizar pronósticos.

3.2. Fuentes de información

Este estudio se enmarca en la realización de una investigación con información obtenida en la base de datos de INFOR y CORMA. Basada en los precios de los años 1980 a 2015 de la madera aserrada y celulosa de Chile y el extranjero.

Los datos de series de tiempo y la información de la madera aserrada y celulosa para la realización de esta investigación, se recopiló principalmente por medio del Instituto Forestal (INFOR), el cual busca transferir y crear conocimientos científicos y tecnológicos de excelencia para el uso sostenible de los recursos y ecosistemas forestales, INFOR pretende crear valor forestal para Chile, además considerando las necesidades y demandas de la comunidad trabajando bajo un marco de excelencia e innovación. A través de INFOR se obtuvieron los precios Forestales, información acerca del mercado forestal, las exportaciones chilenas, también se pudo rescatar información referente a la industria del aserrío, entre otros datos que se utilizaron para entregar una mejor explicación y respaldo a la investigación.

Otro medio utilizado para recopilación de información, fue la Corporación de la Madera (CORMA), el cual se utilizó con el fin de conocer y determinar los elementos claves de los modelos de series de tiempo a estimar y utilizar. CORMA es una asociación gremial chilena que reúne a cerca de 180 actores del sector forestal, es la industria basada en recursos renovables más importantes del país. Además, esta corporación ha asumido un fuerte compromiso con el medioambiente. A través de CORMA se pudieron obtener los productos que satisfacen las necesidades más elementales de la sociedad, entre ellos se encuentran los dos productos que estudia esta investigación; la madera aserrada y la celulosa. También se rescató los aportes a la economía que representan, ya sea por medio de exportaciones, PIB, empleo y como se encuentra en relación al mercado mundial.

La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), fue otro medio de recopilación de información, por la cual se obtuvieron las perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas.

Otros métodos de recolección de datos fueron revistas de investigación que se utilizaron para conocer más acerca de la transmisión de precios, esto se observó en distintos mercados para notar mayores diferencias en cuanto a la industria de la madera, se obtuvo información acerca de los factores que afectan el mercado de la madera aserrada y celulosa, además de las restricciones a la madera con las que se puede encontrar cualquier exportador, las asimetrías que se pueden encontrar entre el productor y consumidor

3.3. Métodos de recolección de información

La recolección de datos utilizada en la investigación se realizó toda por medio de internet. El procedimiento utilizado en la recolección de datos se hizo por medio de un análisis cuantitativo de corte longitudinal lo que respalda el objetivo de la investigación por medio de un análisis a través del tiempo, con el cual se pudieron determinar puntos o periodos especificados para hacer inferencias respecto al cambio, determinantes y consecuencia. Que sea cuantitativo indica que trata la realidad social como si fuera estática o compuesta por momentos diferenciados. Los datos de series de tiempo y la información de la madera aserrada y celulosa para la realización de esta investigación se recopiló principalmente de las páginas web de INFOR y de la CORMA, con el fin de conocer y determinar los elementos claves de los modelos de series de tiempo a estimar y utilizar.

Primero se analizaron revistas y ejemplos sobre análisis de precios de los distintos mercados con el fin de entender más a cabalidad como llevar a cabo la investigación para que el lector pueda obtener información valiosa de esta, luego se analizaron los anuarios de las empresas nombradas anteriormente, para comenzar con el análisis en sí.

El análisis se realizó en base a los precios nacionales e internacionales de la celulosa y madera aserrada. Los precios nacionales de la madera aserrada y celulosa se obtuvieron del

anuario forestal 2016 y los precios mundiales de ambos productos madereros se adquirieron de Indexmundi.

3.4. Métodos de análisis de datos

El método de análisis de datos radica en la importancia del estudio y la relevancia de sus resultados, además está en el estudio está detallado cada una de las series de tiempo, con el fin de observar el comportamiento de los precios de la madera aserrada y celulosa en el transcurso de los años, y ser capaces de determinar a través de los distintos test la estructura de las series y los modelos ARIMA de las series.

Para comprender el tipo de estudio se debe entender a las series de tiempo como secuencias de datos u observaciones, las cuales están clasificadas por periodos de tiempo, ya sean días, meses, años, u otras unidades temporales. Estas secuencias están ordenadas cronológicamente y generalmente están espaciadas entre intervalos uniformes. En este caso son secuencias desde el año 1986 al 2015.

En cuanto al método econométrico utilizado para analizar los precios de la celulosa y madera aserrada, se estudió estacionariedad de las series, mediante test de raíz unitaria y se generaron los modelos ARIMA más adecuados de cada una de las series.

Cabe destacar que el análisis de datos que se realizó para la aplicación del método econométrico fue por medio de un análisis descriptivo, el cual se realiza con datos numéricos (datos de una población), en donde antes de realizar el análisis más complejo, el primer paso consiste en presentar esa información de forma que ésta se pueda visualizar de una manera más sistemática y resumida.

El otro método utilizado es un análisis econométrico el cual se ha utilizado con el objetivo de explicar la variable precio en relación al tiempo. EL análisis econométrico sigue distintos pasos para la formulación o utilización del modelo como medida de control; desde el enunciado de la

teoría, especificación del modelo econométrico, estimación de parámetros del modelo escogido, verificación o inferencia estadística, predicciones o pronósticos y por último la formulación de políticas o utilización del modelo como medida de control.

Tanto el análisis descriptivo como el análisis econométrico de los precios serán realizados con el programa estadístico R. Este programa es un software de enfoque estadístico, este funciona mediante comandos, y sirve para ser aplicado en la minería de datos, matemáticas financieras, entre otros usos, es así como se pueden cargar a él diferentes bibliotecas o paquetes con funcionalidades de cálculo o gratificación, con el fin de explicar mejor la relación y composición de los datos. La ventaja al utilizar este programa estadístico es que permite gestionar grandes volúmenes de datos estadísticos, además de su variedad de librerías, capacidad de visualización gráfica, etc.

Cabe recordar que los resultados obtenidos a través de R pueden tener un cierto sesgo a especializarse en algún tema específico, como R lo aplica con la biología, fisiología, entre otros.

3.5. Conceptos sobre los Enfoques del estudio

A continuación, describiremos algunos conceptos, siguiendo tesis de magister en Agronegocios realizada por Alvear, 2016.

3.5.1 Series de tiempo

Una serie de tiempo es una secuencia de datos u observaciones, que pueden estar representados en días, meses, años o cualquier unidad de tiempo. Se caracterizan por estar ordenados cronológicamente y en un mismo intervalo de tiempo.

Las series de tiempo se componen por una variable dependiente, que es explicada a través de una o más variables independientes.

En una serie de tiempo nos encontramos con los siguientes elementos:

1. Estacionalidad: Es la relación entre los datos de una serie de tiempo de un sub-periodo que corresponde a periodo determinado, con los datos del mismo sub-periodo, pero para un periodo previo. Nos encontramos frente a estacionalidad cuando la serie de tiempo subyacente atraviesa una variación cíclica predecible.
2. Tendencia: Propensión de los datos para seguir una dirección clara (crecer o decrecer), esta tendencia muestra movimientos suaves pero sucesivos en el tiempo.
3. Aleatoriedad: Variación en los datos observados que no muestran ningún patrón de comportamiento predecible. La aleatoriedad es el resultado de factores fortuitos o aleatorios que inciden de forma aislada en una serie de tiempo.

3.5.2 Método ARIMA

Un modelo autorregresivo integrado de promedio móvil o ARIMA es un modelo estadístico que utiliza variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para una predicción hacia el futuro. Es un modelo dinámico de series temporales, es decir, las estimaciones futuras vienen explicadas por los datos del pasado y no por variables independientes.

Este sistema consiste en tres procedimientos a desarrollar; el proceso autorregresivo [AR], el proceso integrado [I] y el proceso de media móvil [MA]. El acrónimo “ARIMA” se refiere al conjunto de estos tres procesos:

- Proceso Autorregresivo [AR]: En este proceso se pronostica la variable de interés utilizando una combinación lineal de los valores pasados de dicha variable, por lo cual el término autorregresivo indica que es una regresión de la variable contra sí misma.

Mediante este proceso se pueden encontrar distintas alternativas para modelos autorregresivos.

Si se modela [yT] como:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + u_t$$

Donde $[\delta]$ es la media de $[y]$, y $[uT]$ es un término de error aleatorio no correlacionado con media cero y varianza constante $[\sigma^2]$, es decir ruido blanco, entonces se dice que $[yT]$ sigue un proceso estocástico autorregresivo de primer orden $[AR(1)]$. Aquí el valor de $[y]$ en el tiempo $[t]$ depende de su valor en el periodo anterior y de un término aleatorio; los valores de $[y]$ están expresados como desviaciones de su valor medio. En otras palabras, este modelo dice que el valor del pronóstico de $[y]$ en el periodo $[t]$ es simplemente alguna proporción $[=\alpha_1]$ de su valor en el periodo $[t-1]$ más una perturbación en el tiempo $[t]$. En este caso los valores de $[y]$ están expresados alrededor del valor de su media.

Pero, si se modela $[yT]$ como:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(y_{t-2} - \delta)u_t$$

En cuyo caso, $[yT]$ es un proceso autorregresivo de segundo orden $[AR(2)]$. Es decir, el valor de $[y]$ en el tiempo $[t]$ depende de sus valores en los dos periodos anteriores. En este caso los valores de $[y]$ están expresados alrededor del valor de su media $[\delta]$.

No obstante, si se tiene $[yT]$ como:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t$$

En cuyo caso $[yT]$ es un proceso autorregresivo de orden P $[AR(p)]$. Esto prácticamente es como una regresión múltiple, pero con valores rezagados de $[yT]$ como predictores.

- Proceso de Media Móvil [MA]: El proceso $[AR]$ no es el único mecanismo que puede generar o explicar a $[y]$.

Si se modela [yT] como:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1}$$

Donde μ es una constante y u_t es el término de error estocástico con ruido blanco. Aquí, y_t en el periodo t es igual a una constante más un promedio móvil de los términos de error presente y pasado. Así, en el caso presente, se dice que y_t sigue un proceso de media móvil de primer orden [MA(1)].

Pero, si se modela [yT] como:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2}$$

Entonces es un proceso [MA(2)].

No obstante, si se modela [yT] como:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q}$$

Es un proceso [MA(q)]. En un resumen, un proceso de media móvil es sencillamente una combinación lineal de términos de error con ruido blanco.

- Proceso Integrado [I]: Los modelos de series de tiempo analizados se basan en el supuesto de que las series de tiempo consideradas son estacionarias [la media y varianza son constantes y su covarianza es invariante en el tiempo]. Pero se sabe que muchas series de tiempo económicas son no estacionarias, es decir son integradas. Al hablar de series integradas, pueden haber series de tiempo integradas de orden 1 [I(1)], la cual después de diferenciarla una vez da como resultado una serie [I(0)], también se puede encontrar una serie de tiempo [I(2)], la cual después de diferenciarla dos veces da como resultado una serie [I(0)]. En general si una serie de tiempo es [I(d)], ésta después de diferenciarla [d] veces da como resultado una serie [I(0)].

- El Proceso Autorregresivo Integrado de Media Móvil [ARIMA]: Por consiguiente, a lo anteriormente mencionado, el modelo [ARIMA] se forma por la interrelación de los tres procesos anteriores, obteniendo una serie de tiempo original [ARIMA(p,d,q)], donde [p] denota el número de términos autorregresivos, [d] el número de veces que la serie debe ser diferenciada para hacerse estacionaria y [q] el número de términos de media móvil. Así, por ejemplo una serie de tiempo [ARIMA(2,1,2)] tiene que ser diferenciada una vez [d=1] antes de que se haga estacionaria, y la serie de tiempo estacionaria puede ser modelada mediante dos términos [AR] y dos términos [MA].

3.5.1. Estacionariedad

Las series temporales pueden clasificarse entre series de tiempo estacionarias y no estacionarias. Se refiere a estacionariedad cuando una serie de tiempo tiene una distribución de probabilidad para un periodo de tiempo determinado, igual a la probabilidad que se muestra en todos los periodos de tiempo de la misma regresión. Es decir, una serie es estrictamente estacionaria si la distribución de [n] observaciones [Y(t1), Y(t2),..., Y(tn)] es la misma que la distribución conjunta de [Y(t1+k), Y(t2+k),..., Y(tn+k)] para todo [n] y [k], de forma que las características estocásticas de la serie se mantienen fijas en el tiempo.

Al encontrarse series de tiempo, que presenten procesos estocásticos con estacionariedad, dicho proceso debiera mantener tanto su media como su varianza, con valores constantes en el tiempo, y el valor de su covarianza entre dos periodos [Ti] debiera depender solamente de las distancia y desfase entre ellos y no del tiempo en el cual se ha calculado la covarianza:

1. Media: $E(Y_t) = \mu$.
2. Varianza: $\text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$.
3. Covarianza: $\gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$.

Cuando una serie de tiempo presenta no estacionariedad, se refiere a cuando la distribución de probabilidad para un periodo de tiempo determinado, varía o cambia según desplazamientos en el tiempo dentro de la misma regresión, Es decir, una serie es no estacionaria si la distribución de $[n]$ observaciones $[Y(t_1), Y(t_2), \dots, Y(t_n)]$ es diferente que la distribución conjunta de $[Y(t_1+k), Y(t_2+k), \dots, Y(t_n+k)]$ para distintos $[n]$ y $[k]$, de forma que las características estocásticas de las serie, varían según su temporalidad, generando características aleatorias para este tipo de series. Ante un escenario, en donde se construya una regresión con series de tiempo no estacionarias, se generan problemáticas tanto para el análisis como para la estimación de un modelo que explique el comportamiento de las variables según su desplazamiento en el tiempo.

3.5.2. Test de Raíz Unitaria

Para determinar si una serie de tiempo está representada por un modelo con una estructura estacionaria o por un modelo con una estructura no estacionaria, es imperativo realizar pruebas de raíces unitarias, de manera de reconocer si las series de tiempo presentan tendencias estocásticas.

Se pueden desarrollar las siguientes pruebas de diagnóstico para la realización de análisis de raíz unitaria:

- Test de Dickey-Fuller Regular: El test Dickey-Fuller regular confirma si una raíz unitaria está presente en un modelo autorregresivo, bajo la suposición de que los términos de error μ_t están distribuidos de manera idéntica e independiente. La Hipótesis nula es que la serie es no estacionaria, es decir, posee una raíz unitaria o lo que es igual, $p \geq 1$. Para analizar la hipótesis nula, se realiza la estimación de p en la siguiente regresión:

$$Y_t: pY_{t-1} + \mu_t$$

La misma regresión puede ser vista como:

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + \mu_t = \sigma Y_{t-1} + \mu_t$$

Donde $\rho = (1-p)$ y $H_0: \rho = 0$ vs $H_a: \rho < 0$. Es decir, la hipótesis nula es que el coeficiente de Y_{t-1} es cero y la alternativa que es negativo. En este caso el estadístico t para la hipótesis nula es conocido como estadístico t y los valores críticos deben ser obtenidos en la tabla de Dickey Fuller la que es distinta a la t student tradicional.

Las regresiones de Dickey-Fuller estiman tres distintas posibilidades, es decir se estiman bajo tres distintas hipótesis nulas:

$$\Delta Y_t = \sigma Y_{t-1} + \mu_t$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \sigma Y_{t-1} + \mu_t$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \sigma Y_{t-1} + \mu_t$$

La diferencia entre las tres regresiones está en la presencia de intersección y de una tendencia. La primera regresión es un camino aleatorio puro, la segunda regresión es un camino aleatorio con variaciones y la tercera incluye un camino aleatorio con variaciones y una tendencia estocástica. El parámetro de interés en todas las regresiones es aplicar un test bajo la hipótesis nula de $\rho = 0$ y para cada regresión existen valores críticos diferentes.

- Test de Dickey-Fuller Aumentado: La prueba de Dickey-Fuller aumentada es una prueba de raíz unitaria para una muestra de una serie de tiempo. Es una versión aumentada de la prueba Dickey-Fuller para un conjunto más amplio y más complejo de modelos de series de tiempo, ajustando dicha prueba a fin de tener cuidado de una posible correlación serial en los términos de error μ_t . Esta prueba se lleva a cabo aumentando las tres ecuaciones anteriores, de la prueba de Dickey-Fuller regular, los valores rezagados de la variable dependiente ΔY_t . La regresión a realizar corresponde a:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde $H_0: Y = 0$ y $H_a: Y < 0$, lo que se comprueba realizando el test t convencional y comparándolo con las tablas de Dickey-Fuller. Si no se rechaza H_0 se evidencia la existencia de una variable estacionaria y al igual que en el caso del test Dickey-Fuller regular, es posible testear la presencia de tendencias en la serie.

- Test de Phillips-Perron: La teoría que fundamenta el test de Dickey-Fuller asume que los errores son estadísticamente independientes y tienen una varianza constante. Phillips y Perron desarrollaron una generalización del proceso de Dickey-Fuller que permite suposiciones menos restrictivas de los errores, en particular, que permite la existencia de cualquier tipo de correlación serial en los errores.

Los estadísticos de Phillips-Perron son modificaciones de los valores para el estadístico t de Dickey-Fuller, que toman en cuenta la naturaleza menos restrictiva de los errores, a través de la utilización de métodos estadísticos no paramétricos.

Aunque la realización de esta prueba evita la correlación serial en términos de error sin que se añadan términos de diferencia rezagados, se ha demostrado que la prueba de Phillips-Perron es menos eficiente en muestras finitas que la prueba de Dickey-Fuller aumentada.

- Test KPSS: El test “Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin” [KPSS] se utiliza comúnmente para complementar otros test de raíz unitaria como el Dickey-Fuller Aumentado. La principal diferencia con las pruebas de raíz unitaria ya mencionadas, es que la hipótesis nula no señala la presencia de la condición de no estacionariedad, sino que esta hipótesis señala que las series evaluadas son estacionarias, siendo la hipótesis alterna la que señala

la presencia de la condición de no estacionariedad. En resumen el test KPSS identifica inversamente la presencia o falta de estacionariedad de las series respecto de las hipótesis de las pruebas Phillips-Perron o Dickey-Fuller.

Otra característica importante de este test, es que la ausencia de una raíz unitaria no se considera como una prueba de estacionariedad, si no que la tendencia a la estacionariedad marcara la catalogación de esta condición, por lo cual es posible que una serie de tiempo determinada sea evaluada como no estacionaria sin presentar una raíz unitaria.

3.5.5 Descripción de la metodología

El estudio realizado se basó en un análisis econométrico, el cual consistió en una serie de pasos elaborados con el fin de alcanzar los objetivos propuestos al principio de la investigación.

Los pasos desarrollados son los siguientes:

1. Se describen las series temporales de acuerdo a tendencia, estacionalidad y aleatoriedad.
2. Se realiza un análisis de la estacionariedad de las series temporales, mediante test de raíz unitaria.
3. Y por último se generan modelos Autorregresivos de medias móviles Arima de las series de tiempo. Con esto se describe la forma funcional de la serie y se realizan pronósticos de los precios para dos años.

4. Capítulo 4: Análisis de datos

En este capítulo se analizan las series de tiempo de precios de madera aserrada y celulosa desde un punto de vista descriptivo y econométrico. Se contrasta si las series corresponden a procesos estocásticos estacionarios, para luego generar modelos del tipo ARIMA de cada una de las series.

A las series chilenas se agregan dos series de precios internacionales. La primera corresponde a precios de madera aserrada de Canadá y la segunda corresponde a precios de celulosa de Suecia. Estos precios se presentan como una forma de iniciar la aproximación al análisis espacial de las series de precios forestales, la que será desarrollada en una segunda parte.

4.1. Análisis de precios de la madera aserrada chilena

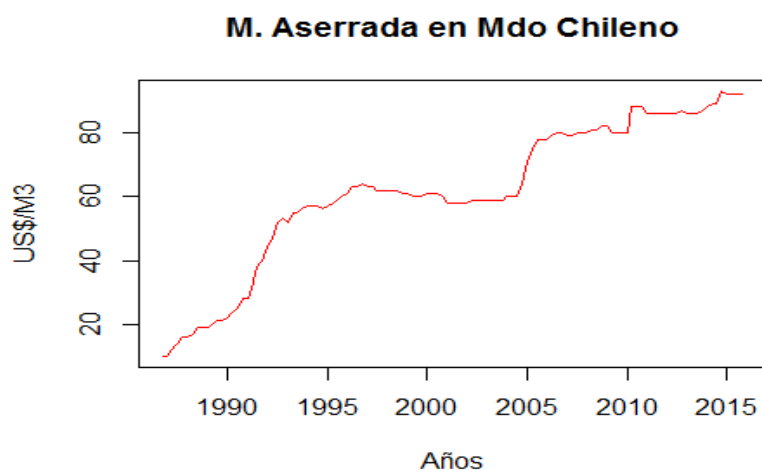


Figura 32. Evolución de precios de la madera aserrada mercado chileno

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2016, p. 128.

El precio interno de la madera aserrada chilena ha experimentado un alza constante en los últimos 30 años, desde 1986 hasta 1997 fue un alza constante en el precio hasta llegar entre los años 1996 y 2005 en donde se mantuvo relativamente constante, para posteriormente volver a subir constantemente el precio. Desde el 2006 en adelante se experimentó un alza considerable de precio esto en respuesta de la disminución en la producción de madera aserrada nacional, la cual disminuyó en más de 2 millones de m³ en menos de 3 años (entre 2006 y 2009), luego del año 2009 la producción volvió a aumentar de forma constante y con una pendiente positiva pero leve, razón por la cual desde el año 2010 el precio se ha mantenido relativamente constante (pero con una pequeña tendencia al alza). La pequeña alza puede ser explicada con el terremoto del año 2010, donde la demanda por madera aserrada aumentó lo que se tradujo en una leve alza de su precio (aunque la disponibilidad del producto también haya aumentado). Además, a estos factores se le suman aspectos como la energía, tecnología y baja mano de obra calificada. En cuanto a la energía esta ha ido aumentando progresivamente sobre todo el combustible que es esencial para la maquinaria. La industria forestal está cada vez más automatizada lo que requiere inversiones millonarias en maquinaria para la extracción y producción de la madera. Por último, la mano de obra calificada ha migrado a otros sectores productivos como la minería, por lo que operarios calificados para manejar maquinaria sofisticada son cada vez menos, de todas maneras esto se compensa con la alta automatización del sector por lo que la producción no se ve perjudicada por este factor.

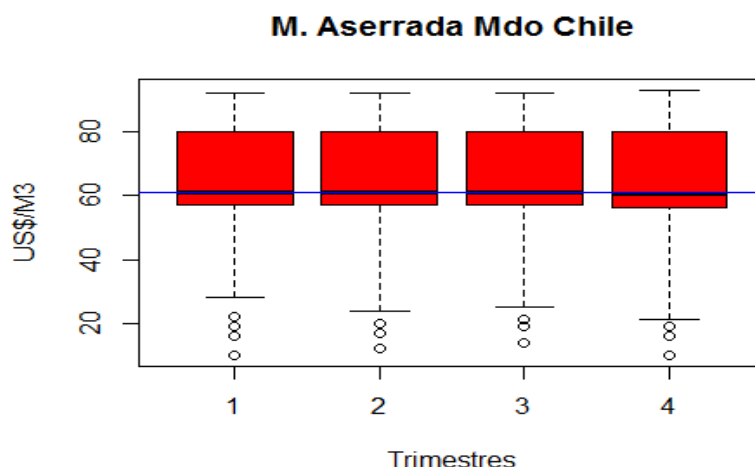


Figura 33. Gráfico de trimesres de la madera aserrada chilena.

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2016, p. 128.

El gráfico anterior analiza la tendencia por trimesres, en donde se compara cada trimestre con una mediana total de los precios de la madera aserrada chilena. Se logró determinar que la media de los trimesres analizados es muy similar a la mediana total, lo que quiere decir que el precio no sufre grandes variaciones a lo largo de un año. Cabe destacar que al igual que en la madera dimensionada esta mediana se ubica en precio alto, lo que quiere decir que el precio de esta es superior a los de la madera cepillada o cruda.

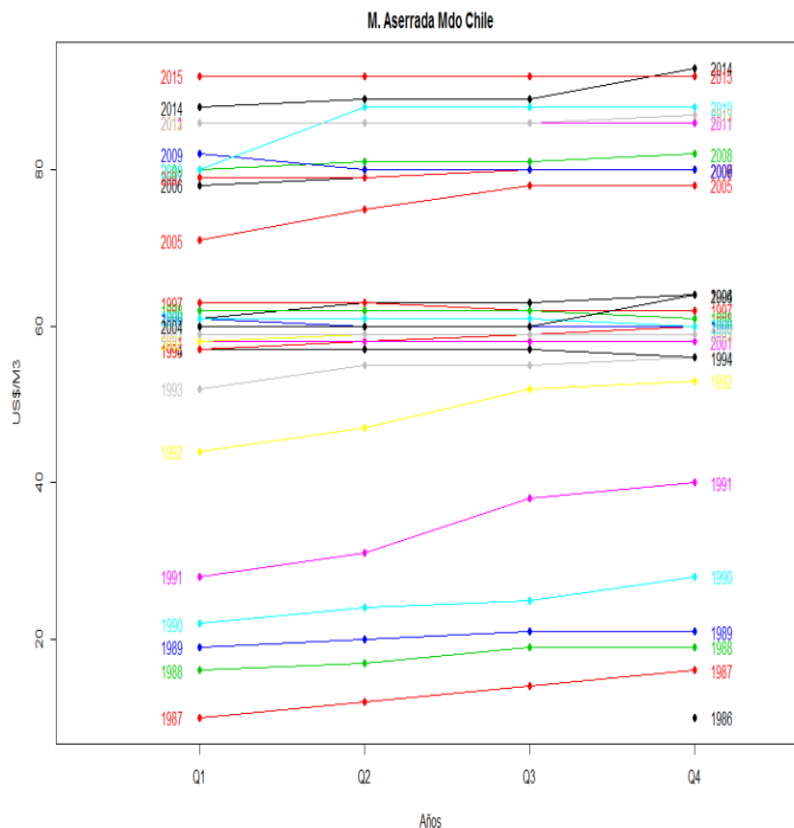


Figura 34. Gráfico de trimestres en cada año de la madera aserrada chilena.

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2016, p. 128.

Este gráfico anterior exhibe como se superponen los datos de cada temporada de la madera aserrada chilena. Se observa que los precios mantienen un comportamiento similar año a año, no obstante, existen años en que el precio aumenta más que otros, como en 1990, 1991 y 1992 pero todos siguiendo un comportamiento al alza. Esto indica que el mercado se encuentra frente a precios típicos, con un comportamiento normal.

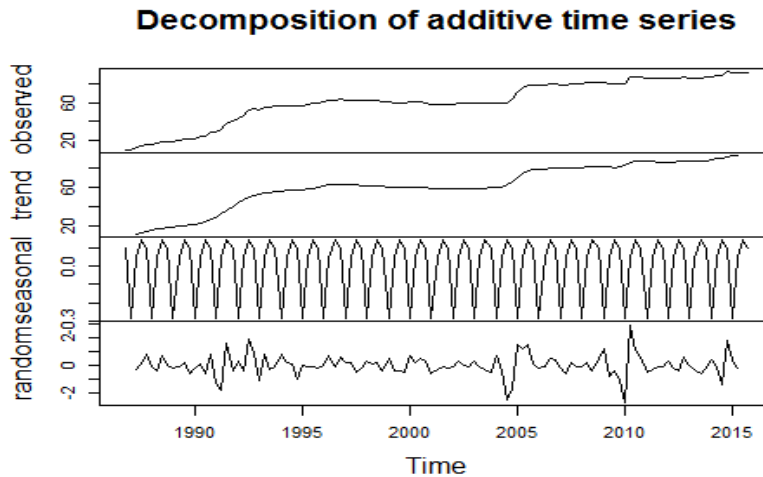


Figura 35. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de madera aserrada chilena.

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2016, p. 128.

Este gráfico anterior muestra el comportamiento de los precios a través del tiempo por medio de una descomposición aditiva (se utiliza la aditiva y no la multiplicativa, ya que no se observa aumento de la variabilidad en él tiempo). El primer gráfico es el original (figura 32) ya analizado más arriba, el Segundo gráfico suavizado muestra la tendencia al alza de los años en análisis, con aumentos más marcados los años 1992 y 2006. El tercer gráfico da a conocer la estacionalidad en los precios analizados, lo cual se observa por medio de la variabilidad en cada año analizado. El último gráfico muestra un comportamiento aleatorio dado la variabilidad de los precios, destacando de 1990 a 1993 hubo una mayor variabilidad en los precios, al igual que 2003-2004 y 2008-2012.

4.1.1 Estacionariedad de los Precios de la Madera Aserrada Chilena

Para contrastar la estacionariedad de las series de precios, se utilizará los test de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentado, Test de Phillips-Perron y KPSS. A continuación se muestran las salidas del programa R para obtener los resultados de los test anteriormente mencionados.

```
maints<-ts(mase$MadAseInt, start=c(1986, 4), freq=4)
```

- Test Dickey-Fuller Aumentado

```
adf.test(maints, alternative="stationary")
```

Augmented Dickey-Fuller Test

data: maints

Dickey-Fuller = -2.1955, Lag order = 4, p-value = 0.4954

alternative hypothesis: stationary

- Test Phillips-Perron

```
pp.test(maints, alternative="stationary")
```

Phillips-Perron Unit Root Test

data: maints

Dickey-Fuller $Z(\alpha) = -5.8926$, Truncation lag parameter = 4, p-value = 0.7754

alternative hypothesis: stationary

- Test Kpss

```
kpss.test(maints)
```

KPSS Test for Level Stationarity

data: maints

KPSS Level = 3.4213, Truncation lag parameter = 2, p-value = 0.01

warning message:

In kpss.test(maints) : p-value smaller than printed p-value

En los test de Dickey-Fuller Aumentado y Phillips-Perron el valor de p-value es superior a un 5% de confiabilidad por lo que se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula de no estacionariedad, mientras que en el test Kpss el p-value es menor al 5% de confiabilidad por lo que se acepta la hipótesis alternativa de no estacionariedad. Los tres contrastes muestran que la serie de precios de madera aserrada interna no es estacionaria. A continuación se diferenció y aplicó los test en la serie para conocer el nivel de integración.

- Test Dickey-Fuller Aumentado

```
adf.test(diff(maints), alternative="stationary")
```

Augmented Dickey-Fuller Test

data: diff(maints)

Dickey-Fuller = -3.6356, Lag order = 4, p-value = 0.03313
alternative hypothesis: stationary

- Test Phillips-Perron

pp.test(diff(maints), alternative="stationary")

Phillips-Perron Unit Root Test

data: diff(maints)

Dickey-Fuller Z(alpha) = -86.775, Truncation lag parameter = 4, p-value = 0.01

alternative hypothesis: stationary

warning message:

*In pp.test(diff(maints), alternative = "stationary") :
 p-value smaller than printed p-value*

- Test KPSS

kpss.test(diff(maints))

KPSS Test for Level Stationarity

data: diff(maints)

KPSS Level = 0.36643, Truncation lag parameter = 2, p-value = 0.09162

En los test de Dickey-Fuller Aumentado y Phillips-Perron el valor de p-value es menor a un 5% de confiabilidad por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad, mientras que en el test Kpss el p-value es mayor al 5% de confiabilidad por lo que se rechaza la hipótesis alternativa de no estacionariedad. De acuerdo a los resultados de los contrastes, la serie al diferenciarla se transforma en estacionaria. Por lo tanto, es integrada de orden 1.

4.1.2 Modelo Autorregresivo de Medias Móviles (ARIMA)

A continuación se genera el modelo ARIMA de la serie de madera aserrada nacional.

- Modelo ARIMA

maintsf<-auto.arima(maints, stepwise=FALSE, approximation=FALSE)

summary(maintsf)

Series: maints

ARIMA(1,1,1)(0,1,1)[4]

Coefficients:

	<i>ar1</i>	<i>ma1</i>	<i>sma1</i>
	0.6998	-0.4052	-0.9434
<i>s.e.</i>	0.1708	0.2127	0.0865

sigma^2 estimated as 2.501: log likelihood=-212.95
AIC=433.89 AICc=434.27 BIC=444.77

Training set error measures:

	<i>ME</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>MPE</i>	<i>MAPE</i>	<i>MASE</i>	<i>ACF1</i>
<i>Training set</i>	-0.15424	1.5264	1.0092	-0.22920	1.8118	0.2894	-0.015069

El modelo seleccionado es un SARIMA, es decir un modelo autorregresivo de medias móviles estacional. Este modelo seleccionado, considera o está formado por un proceso autorregresivo de orden 1 (ar1), un proceso de medias móviles de orden 1 (ma1) y un proceso de medias móviles estacional (ma1).

4.1.3 Diagnóstico del Modelo

Un buen método de pronóstico debe generar residuos que tengan las siguientes propiedades:

- Los residuos no deben estar correlacionados. Si existe correlación en los residuos, entonces todavía hay información que puede ser utilizada para mejorar el modelo.
- Los residuos tienen media igual a cero. Si los residuos tienen media distinta de cero, entonces los pronósticos están sesgados.

Un modelo de pronóstico que no satisfaga estas propiedades puede ser mejorado. Esto no significa que un método que las cumpla no pueda ser mejorado. Se puede dar en algunos casos que varios métodos con los mismos datos cumplan con las propiedades. Comprobar estas propiedades es importante para ver si los datos son bien utilizados, pero no es una buena forma de seleccionar un método de pronóstico.

Es útil pero no necesario, que los residuos cumplan con las siguientes propiedades:

- Los residuos tienen varianza constante
- Los residuos están normalmente distribuidos.

Para contrastar la autocorrelación de los residuos utilizamos el test Ljung-Box Test. La hipótesis nula, es la autocorrelación igual a cero.

- Test Ljung-Box Test

```
Box.test(resmainsf, lag=12, type="Ljung")
```

```
Box-Ljung test
```

```
data: resmainsf
X-squared = 4.0091, df = 12, p-value = 0.9833
```

Se acepta la hipótesis nula ($p\text{-value} > 0.1$). Por lo tanto, los residuos no están autocorrelacionados.

En cuanto a la media de los residuos, esta es aproximadamente cero (-0.15). Si queremos ajustar este sesgo, podemos sumar esta cantidad a los valores puntuales pronosticados y desaparece el problema.

Para contrastar la normalidad de los residuos utilizamos el test de Shapiro- Wilkinson

- Test de Shapiro- Wilkinson

```
shapiro.test(resmainsf)
```

```
shapiro-wilk normality test
```

```
data: resmainsf
W = 0.84699, p-value = 1.19e-09
```

El test muestra que los residuos no siguen una distribución normal. Esto genera problemas con los intervalos de confianza de los pronósticos.

4.1.4 Pronósticos con modelo SARIMA (1,1,1) (0,1,1) [4]

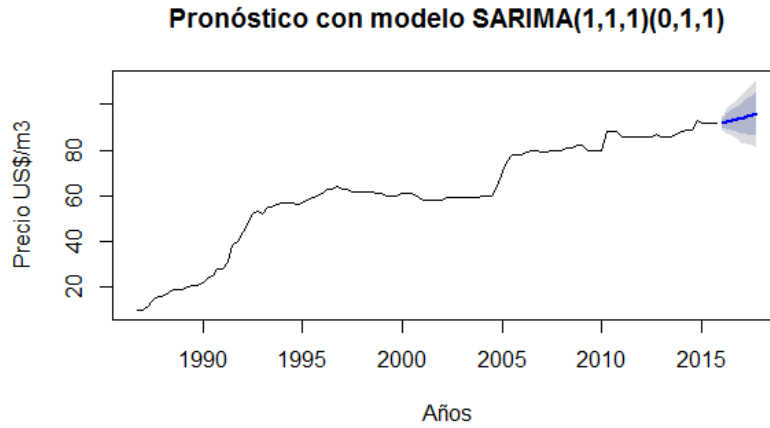


Figura 36. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de madera aserrada chilena.

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2016, p. 128.

forecast(maintsf, h=8)

	<i>Point Forecast</i>	<i>Lo 80</i>	<i>Hi 80</i>	<i>Lo 95</i>	<i>Hi 95</i>
2016 Q1	91.85944	89.82878	93.89009	88.75381	94.96506
2016 Q2	92.61330	89.29155	95.93504	87.53313	97.69347
2016 Q3	93.04489	88.53721	97.55257	86.15098	99.93879
2016 Q4	93.62204	88.01196	99.23213	85.04216	102.20193
2017 Q1	93.72294	87.02086	100.42501	83.47299	103.97288
2017 Q2	94.64577	86.91860	102.37294	82.82809	106.46346
2017 Q3	95.19561	86.50775	103.88348	81.90867	108.48256
2017 Q4	95.85553	86.26650	105.44455	81.19037	110.52068

A los valores puntuales pronosticados, debemos sumar -0,15 para eliminar el sesgo producido por la media distinta de cero. El primer valor puntual pronosticado para el primer trimestre es $91.85 - 0.15 = 91.70$. Los intervalos de 80 y 90% de confianza, deben ser tomados con precaución debido a que se rechazó la normalidad de los residuos. El grafico muestra el pronóstico en línea azul y los correspondientes intervalos de confianza.

4.2. Análisis de precios de la madera aserrada Canadá

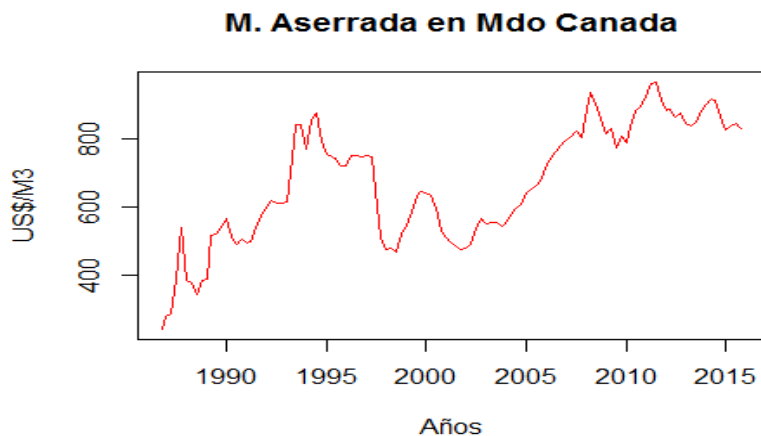


Figura 37. Evolución de precios de la madera aserrada mercado canadiense

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

Los precios de la madera aserrada de Canadá están sujetos directamente a las crisis mundiales que han ocurrido en los últimos 30 años, además como EE.UU. es su principal comprador, lo que pase en EE.UU. repercutirá inevitablemente en la compra y precio de este producto. Es por ello que se puede observar una caída drástica en 1987, producto de la crisis en EE. UU de ese año conocido como lunes negros en donde los mercados de valores de EE. UU se desplomaron para posteriormente repercutir en el mundo. Luego el precio se fue estabilizando ayudado de la recuperación de la economía mundial en 1992, donde bajo el precio del crudo, hubo una disminución en los tipos de interés, recuperación de confianza tras la Guerra del golfo pérsico y bajas en las exigencias en los países industrialización que reactivarían la producción. En el año 1997 se experimenta otra baja en el precio explicada por la crisis asiática o también conocida como crisis del fondo monetario internacional, temiéndose un desastre económico mundial por contagio financiero. A esta crisis se le reconoce como la primera crisis de la globalización, esto debido a la devaluación de la moneda tailandesa que tuvo un efecto domino en otros países de Asia. Los inversores no querían poner su dinero en países desarrollados por temor a una crisis y

posterior pérdida de su dinero. Luego de recuperarse el precio, al principio del 2000 se produjo otra crisis que perjudico el precio de la madera - el estallido de la burbuja tecnológica en EE.UU. Este estallido marco el principio de una relativamente suave pero larga recesión en las naciones occidentales. Luego de recuperarse en 2007 y superar su precio más alto el 1995, ocurre la explosión de la burbuja inmobiliaria en EE.UU. el año 2008, donde se produjo principalmente una crisis de liquidez, lo que mermó la importación de EE.UU. Tras recuperarse de forma rápida el precio, el 2011 se produce la crisis denominada techo de deuda en EE.UU. la que perjudica nuevamente el precio de la madera aserrada en Canadá. Tras superar esta crisis se presenta desde el año 2013 un ambiente poco favorable para la economía mundial. El crecimiento de las grandes economías no fueron los proyectados, la Eurozona posee problemas de demanda debilitada, expectativas bajísimas y políticas fiscales que no favorecen el crecimiento económico y por último la economía de EE.UU esta desacelerada por la contracción del gasto público en el sector privado.

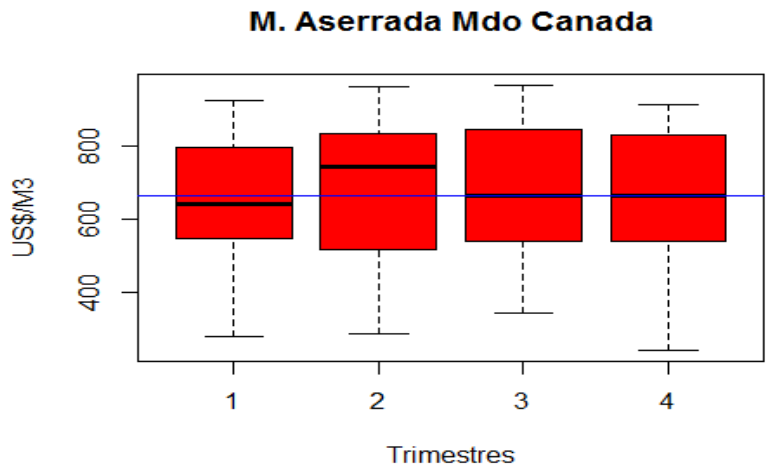


Figura 38. Gráfico de trimestres de la madera aserrada canadiense.

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

Este gráfico al igual que el anterior, también analiza la tendencia, pero ahora por trimestres, en donde se compara cada trimestre con una mediana total de los precios de la madera aserrada canadiense. Se observa que en el primer trimestre la tendencia es menor a la mediana. En comparación, en el trimestre dos la media es superior y el trimestre tres es muy similares a la mediana total, al igual que el trimestre cuatro. Esto indica que las variaciones en los precios se producen en los dos primeros trimestres del año y luego se mantienen constantes.

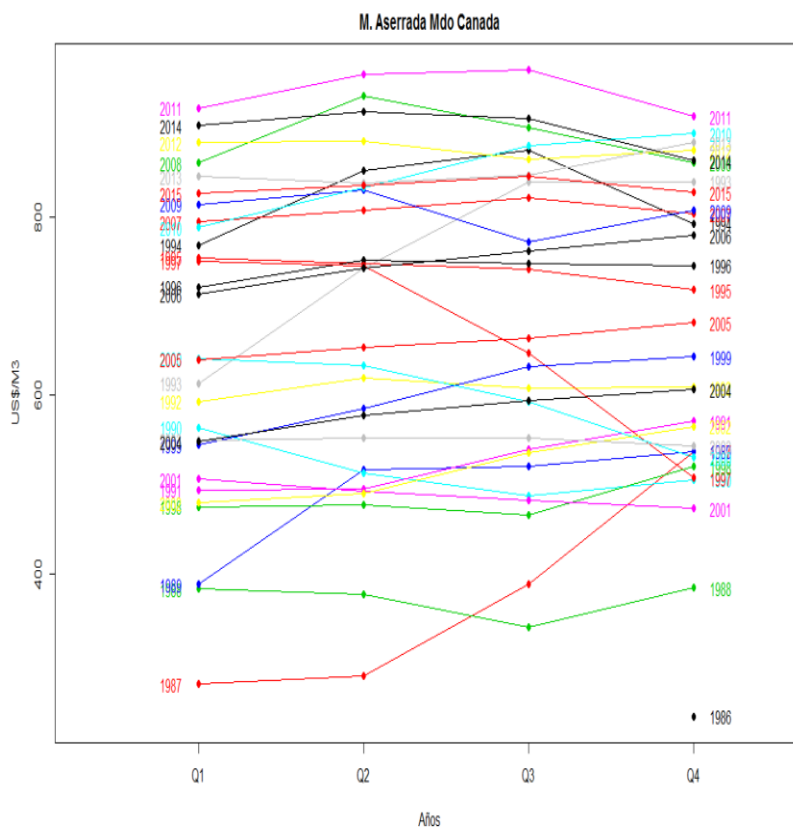


Figura 39. Gráfico de trimestres en cada año de la madera aserrada canadiense.

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

El gráfico muestra el comportamiento de los precios de la madera aserrada canadiense en forma trimestral. En este caso se ve claramente que los precios en general se mantienen para el Segundo trimestre y aumentan levemente en el tercero y cuarto trimestre. No así, son los casos

del año 2011, 2014 y otro año en donde el precio disminuye ya el Segundo trimestre. También se observa el caso del año 1987 en donde el precio aumenta considerablemente el Segundo trimestre y se mantiene así el resto del año.

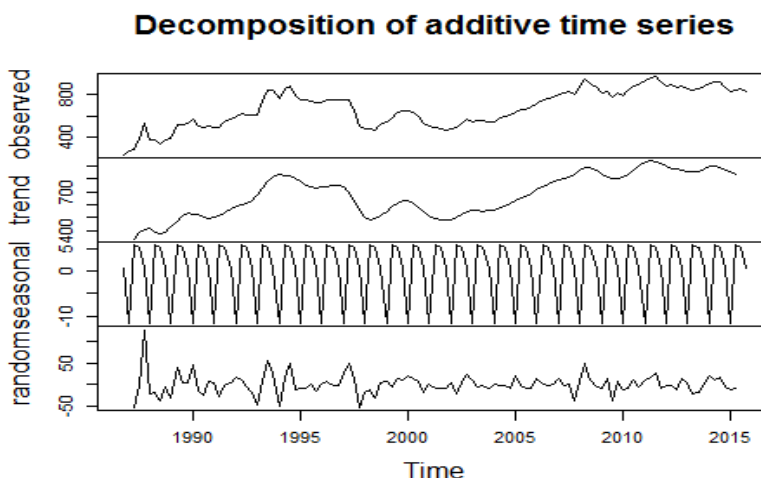


Figura 40. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de madera aserrada canadiense.

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

Este gráfico muestra la descomposición aditiva para ver cómo se comportaron los precios los últimos 30 años. El primer gráfico es el original (Figura 36) explicado anteriormente, el Segundo es un gráfico suavizado el cual muestra más claramente la tendencia al alza al igual que el gráfico de la figura 36. El tercer gráfico indica la estacionalidad y se observa claramente que si hay estacionalidad dado que hay periodos más altos y otros más bajos. EL cuarto gráfico muestra el comportamiento aleatorio, del cual se puede concluir que hubo bastante variabilidad durante los periodos de análisis, destacando que antes del año 1990 hubo más variabilidad, al igual que en el periodo 1993-1996, 1997-1998 y 2008-2010. Todo marcado por algún receso o crisis económica del país.

4.2.1 Estacionariedad de los Precios de la Madera Aserrada de Canadá.

Para contrastar la estacionariedad de las series de precios, se utilizará los test de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentado, Test de Phillips-Perron y KPSS. A continuación se muestran las salidas del programa R para obtener los resultados de los test anteriormente mencionados.

- Test Dickey-Fuller Aumentado

```
adf.test(mascats, alternative="stationary")
```

Augmented Dickey-Fuller Test

data: mascats

Dickey-Fuller = -2.1042, Lag order = 4, p-value = 0.5333

alternative hypothesis: stationary

- Test Phillips-Perron

```
pp.test(mascats, alternative="stationary")
```

Phillips-Perron Unit Root Test

data: mascats

Dickey-Fuller Z(alpha) = -12.143, Truncation lag parameter = 4, p-value = 0.4134

alternative hypothesis: stationary

- Test Kpss

```
kpss.test(mascats)
```

KPSS Test for Level Stationarity

data: mascats

KPSS Level = 2.1657, Truncation lag parameter = 2, p-value = 0.01

En los test de Dickey-Fuller Aumentado y Phillips-Perron el valor de p-value es superior a un 5% de confiabilidad por lo que se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula de no estacionariedad, mientras que en el test Kpss el p-value es menor al 5% de confiabilidad por lo que se acepta la hipótesis alternativa de no estacionariedad. Los tres contrastes muestran que la serie de precios de madera aserrada canadiense no es estacionaria. Se diferencian las series y se aplican los test de raíz unitaria.

- Test Dickey-Fuller Aumentado

```
adf.test(diff(mascats), alternative="stationary")
```

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: diff(mascats)
Dickey-Fuller = -5.8528, Lag order = 4, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

- Test Phillips-Perron

```
pp.test(diff(mascats), alternative="stationary")
```

Phillips-Perron Unit Root Test

```
data: diff(mascats)
Dickey-Fuller Z(alpha) = -88.39, Truncation lag parameter = 4, p-value =
0.01
alternative hypothesis: stationary
```

- Test KPSS

```
kpss.test(diff(mascats))
```

KPSS Test for Level Stationarity

```
data: diff(mascats)
KPSS Level = 0.12608, Truncation lag parameter = 2, p-value = 0.1
```

En los test de Dickey-Fuller Aumentado y Phillips-Perron el valor de p-value es menor a un 5% de confiabilidad por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad, mientras que en el test Kpss el p-value es mayor al 5% de confiabilidad por lo que se rechaza la hipótesis alternativa de no estacionariedad. Los contrastes muestran que la serie diferenciada es estacionaria. Por lo tanto, es integrada de orden 1.

4.2.2 Modelo Autorregresivo de Medias Moviles (ARIMA) para Madera Aserrada Canadiense.

A continuación se genera el modelo ARIMA de la serie de madera aserrada canadiense.

- Modelo ARIMA

```
auto.arima(mascats, stepwise=FALSE, approximation=FALSE)
summary(mascatsf)
Series: mascats
ARIMA(0,1,5)
```

Coefficients:

	<i>ma1</i>	<i>ma2</i>	<i>ma3</i>	<i>ma4</i>	<i>ma5</i>
	0.2485	0.0764	-0.1593	0.2360	-0.2706
<i>s.e.</i>	0.0928	0.0911	0.0981	0.0971	0.0979

*sigma*² estimated as 1737: *log likelihood*=-595.39
AIC=1202.79 *AICc*=1203.56 *BIC*=1219.31

Training set error measures:

	<i>ME</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>MPE</i>	<i>MAPE</i>	<i>MASE</i>	<i>ACF1</i>
<i>Training set</i>	4.4920	40.596	29.276	0.70913	4.8403	0.95961	0.002288

El modelo seleccionado es un ARIMA(0,1,5) . Este modelo está formado por un proceso de medias móviles de orden 5 (ma1, ma2, ma3, ma4, ma5).

4.2.3 Diagnóstico del Modelo ARIMA(0,1,5)

Para contrastar la autocorrelación de los residuos utilizamos el test Ljung-Box Test. La hipótesis nula, es la autocorrelación igual a cero.

- Test Ljung-Box Test

```
resmastsf<-residuals(mascatsf)
Box.test(resmastsf, lag=12, type="Ljung")
```

Box-Ljung test

```
data: resmastsf
X-squared = 8.8063, df = 12, p-value = 0.7194
```

De acuerdo al valor de p-value>0,1, se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto, los residuos no están autocorrelacionados.

En cuanto a la media de los residuos, esta no es cero (4,49). Podemos ajustar este sesgo, sumando la media a los valores puntuales pronosticados y desaparece el problema.

- Test de Shapiro- Wilkinson

```
shapiro.test(resmastsf)
```

shapiro-wilk normality test

```
data: resmastsf
W = 0.93539, p-value = 2.667e-05
```

Para contrastar la normalidad de los residuos utilizamos el test de Shapiro- Wilkison
 El test muestra que los residuos no siguen una distribución normal. Esto genera problemas con los intervalos de confianza de los pronósticos.

4.2.4 Pronósticos con modelo ARIMA(0,1,5)

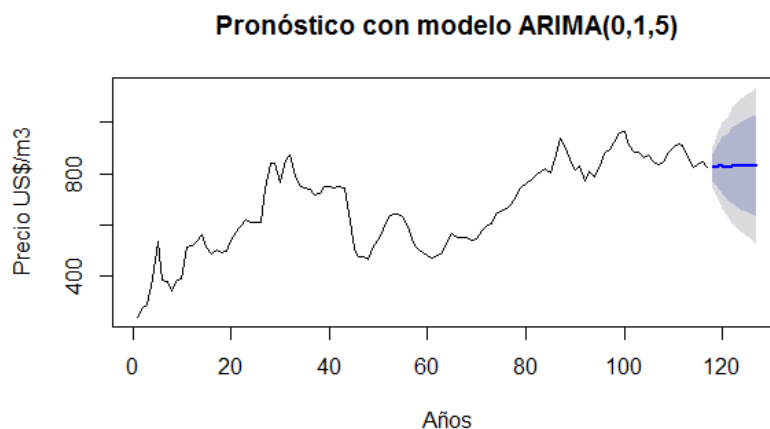


Figura 41. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de madera aserrada canadiense.

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

forecast(mascatsf, h=8)

Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
118	825.0784	771.6640	878.4929	743.3881	906.7688
119	832.8173	747.3749	918.2597	702.1444	963.4902
120	832.8333	721.8895	943.7771	663.1594	1002.5073
121	826.1759	698.9555	953.3964	631.6091	1020.7428
122	831.5722	683.9585	979.1859	605.8165	1057.3279
123	831.5722	672.0753	991.0691	587.6427	1075.5017
124	831.5722	661.0180	1002.1264	570.7321	1092.4123
125	831.5722	650.6353	1012.5092	554.8530	1108.2914

A los valores puntuales pronosticados, debemos sumar 4,49 para eliminar el sesgo producido por la media distinta de cero. El primer valor puntual pronosticado para el primer trimestre es $771,66+4,49= 776,15$. Los intervalos de 80 y 90% de confianza, deben ser tomados con precaución debido a que se rechazó la normalidad de los residuos.

4.3. Análisis de precios de celulosa chilena

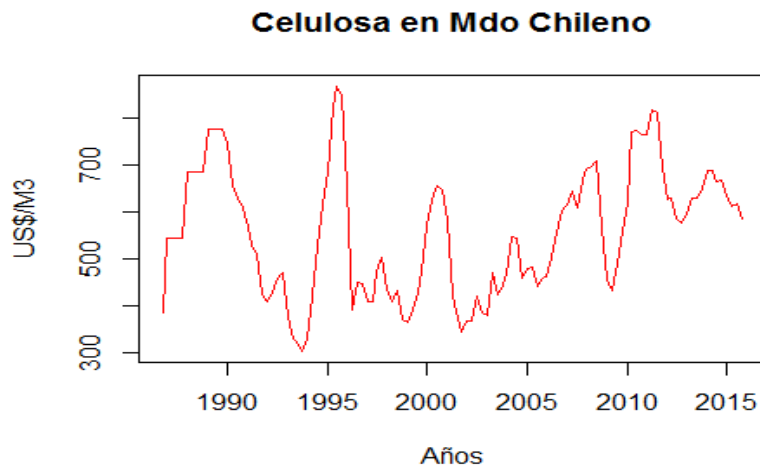


Figura 42. Evolución de precios de la celulosa chilena

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Infor, anuario forestal 2016, pág. 86.

El precio interno de la celulosa blanqueada chilena ha experimentado muchas variaciones a lo largo del tiempo. Se observa que hasta el año 1990 se mantuvo al alza, luego el precio disminuyó fuertemente llegando al año 1995 donde volvió a repuntar el precio. Las variaciones sufridas en el precio de la celulosa blanqueada son muy parecidas al precio de la celulosa cruda. Por la desaceleración sufrida en el país los años 1998 a 1999 disminuyeron las exportaciones, pero luego de eso la economía vuelve al camino del crecimiento desde el 2000 a 2009. Desde el 2006 el precio interno de la celulosa blanqueada experimentó un alza nuevamente, hasta el año 2008 en donde ocurrió la crisis subprime, la cual afectó nuevamente la economía chilena, aquí se redujeron de manera importante las ventas, en especial las de Arauco y CMPC. A inicios del año 2010 el precio cae, lo que se puede explicar por el terremoto sufrido en febrero de ese año, pero que vuelve repuntar meses después por el aumento en la demanda de celulosa blanqueada y las exportaciones aumentaron por sobre un 4% en comparación con el año 2009. Luego de eso se ha mantenido a la baja con leves variaciones.

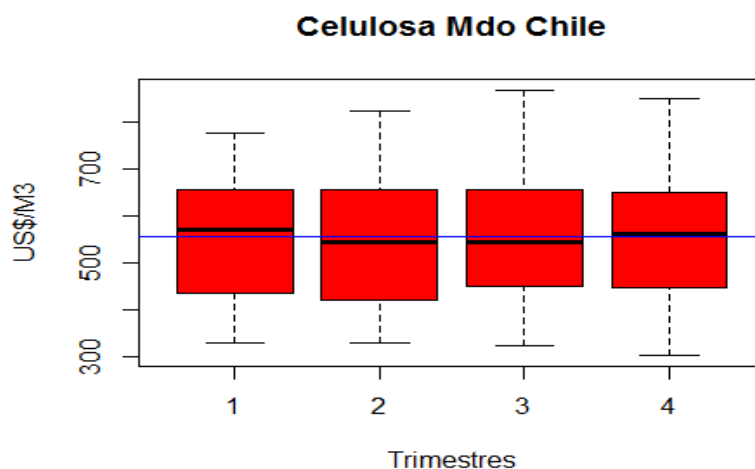


Figura 43. Gráfico de trimestres de la celulosa chilena.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Infor, anuario forestal 2016, pág. 86.

Este gráfico al igual que el anterior también analiza la tendencia, pero por trimestres, en donde se compara cada trimestre con una mediana total de los datos de la celulosa blanqueada chilena. Se observa que en el primer trimestre la tendencia es levemente mayor, los trimestres dos y tres las medianas son inferiores a la mediana total, mientras que el cuarto trimestre se observa que la mediana es muy similar a la mediana general del periodo.

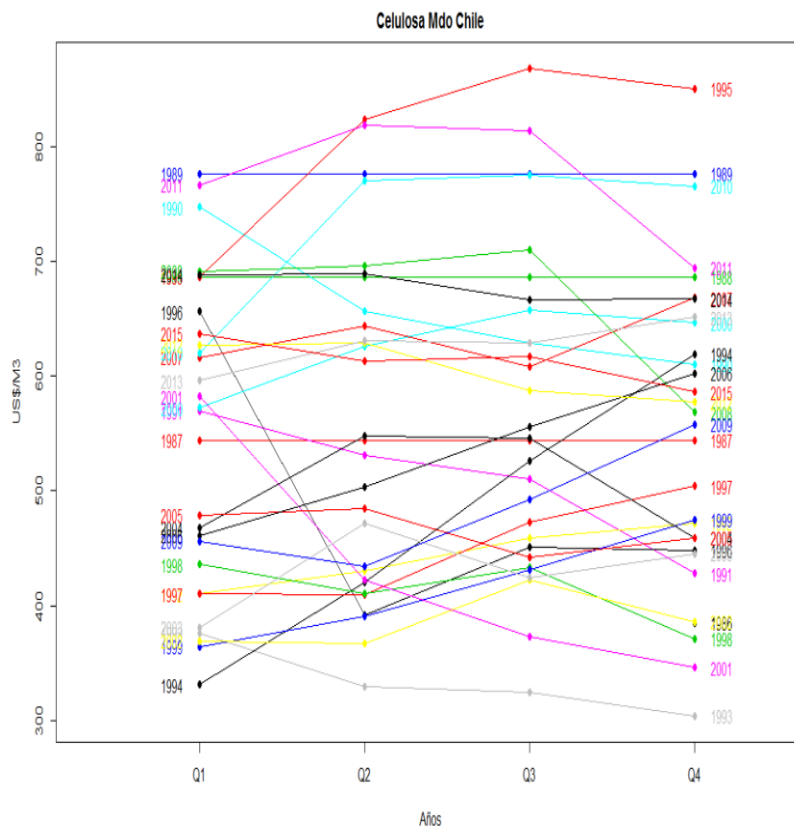


Figura 44. Gráfico de trimestres en cada año de la celulosa chilena.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Infor, anuario forestal 2016, pág. 86.

A través del gráfico anterior se observa cómo se comportan los precios trimestralmente. En este caso se ve claramente que los precios aumentan levemente el Segundo trimestre y se mantienen para el tercer y cuarto trimestre. No obstante, esto no pasa igual en todos los años, hay años como el 2001 en donde el comportamiento es muy distinto, los precios caen desde el Segundo trimestre, terminado el último con precios muy inferiores al de principio del primer trimestre.

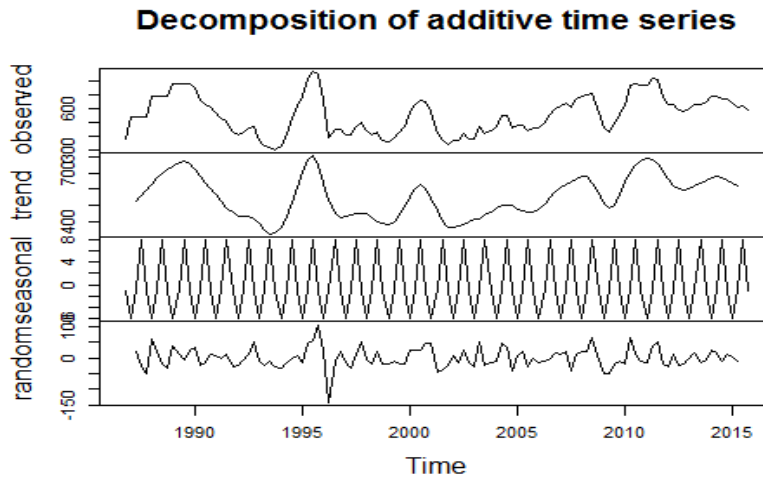


Figura 45. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de celulosa chilena.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Infor, anuario forestal 2016, pág. 86.

Este gráfico muestra la descomposición aditiva para ver cómo se comportan los precios en el tiempo. El primer gráfico es el original ya comentado en la figura 40, el Segundo es un gráfico suavizado el cual muestra la tendencia muy variable a lo largo de los años, con muchas alzas y bajas marcadas fuertemente en distintos años. El tercer gráfico indica la estacionalidad y se observa claramente que si hay estacionalidad dado que hay períodos más altos y otros más bajos. EL cuarto gráfico muestra el comportamiento aleatorio, del cual se puede concluir que hubo bastante variabilidad durante los periodos de análisis, destacando el año 1996-1997 en donde se marcó fuertemente una baja en los precios y luego un alza.

4.3.1 Estacionariedad de los Precios de la Celulosa Blanqueada Chilena.

Para contrastar la estacionariedad de las series de precios, se utilizará los test de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentado, Test de Phillips-Perron y KPSS. A continuación se muestran las salidas del programa R para obtener los resultados de los test anteriormente mencionados.

- Test Dickey-Fuller Aumentado

```
adf.test(ce1cts, alternative="stationary")
```

Augmented Dickey-Fuller Test


```
data: celcts
Dickey-Fuller = -4.0189, Lag order = 4, p-value = 0.01077
alternative hypothesis: stationary
```

- Test Phillips-Perron

```
pp.test(celcts, alternative="stationary")
```

Phillips-Perron Unit Root Test

```
data: celcts
Dickey-Fuller Z(alpha) = -22.197, Truncation lag parameter = 4, p-value =
0.03774
alternative hypothesis: stationary
```

- Test Kpss

```
kpss.test(celcts)
```

KPSS Test for Level Stationarity

```
data: celcts
KPSS Level = 0.46706, Truncation lag parameter = 2, p-value = 0.04908
```

En los test de Dickey-Fuller Aumentado y Phillips-Perron el valor de p-value es menor a un 5% de confiabilidad por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad, mientras que en el test Kpss el p-value es menor al 5% de confiabilidad por lo que se acepta la hipótesis alternativa de no estacionariedad. Los dos primeros contrastes muestran que la serie de precios de celulosa blanqueada chilena es estacionaria, mientras que el test KPSS, indica que es no estacionaria. Se estimará directamente el modelo ARIMA.

4.3.2 Modelo Autorregresivo de Medias Mviles (ARIMA) para celulosa chilena.

A continuación se genera el modelo ARIMA de la serie de celulosa chilena.

- Modelo ARIMA

```
summary(celctsf)
Series: celcts
ARIMA(2,1,1)(1,0,0)[4]
```

Coefficients:

	<i>ar1</i>	<i>ar2</i>	<i>ma1</i>	<i>sar1</i>
	1.3256	-0.5002	-0.9882	0.1725
<i>s.e.</i>	0.0834	0.0869	0.0566	0.1087

*sigma*² estimated as 3098: log likelihood=-629.85
 AIC=1269.71 AICc=1270.25 BIC=1283.48

Training set error measures:

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	4.2588	54.4551	39.5930	-0.0438	7.5807	0.3210	-0.0459

El modelo seleccionado es un SARIMA (2,1,1)(1,0,0)(4), Arima estacional . Este modelo está formado por un proceso autorregresivo de orden 1 y orden2 (ar1 y ar2), por un proceso de medias móviles de orden 1 (ma1) y un proceso autorregresivo estacional de orden 1 (sar1). El modelo muestra que la serie es integrada de orden 1, es decir fue necesario diferenciarla una vez para convertirla en estacionaria. Esto muestra que la prueba KPSS dio mejor resultados que los otros contrastes.

4.3.3 Diagnóstico del Modelo SARIMA (2,1,1) (1,0,0)(4)

Para contrastar la autocorrelación de los residuos utilizamos el test Ljung-Box Test. La hipótesis nula, es la autocorrelación igual a cero.

- Test Ljung-Box Test

```
Box.test(resce1ctsf, lag=12, type="Ljung")
```

Box-Ljung test

```
data: resce1ctsf  

X-squared = 10.636, df = 12, p-value = 0.5604
```

De acuerdo al valor de p-value>0,1, se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto, los residuos no están autocorrelacionados.

En cuanto a la media de los residuos, esta no es cero (4,25). Podemos ajustar este sesgo, sumando la media a los valores puntuales pronosticados y desaparece el problema.

Para contrastar la normalidad de los residuos utilizamos el test de Shapiro- Wilkison

- Test de Shapiro- Wilkison

shapiro.test(rescelctsf)

Shapiro-wilk normality test

data: rescelctsf

w = 0.95453, p-value = 0.0005677

El test muestra que los residuos no siguen una distribución normal. Esto genera problemas con los intervalos de confianza de los pronósticos.

4.3.4 Pronósticos con modelo SARIMA (2,1,1)(1,0,0)(4)

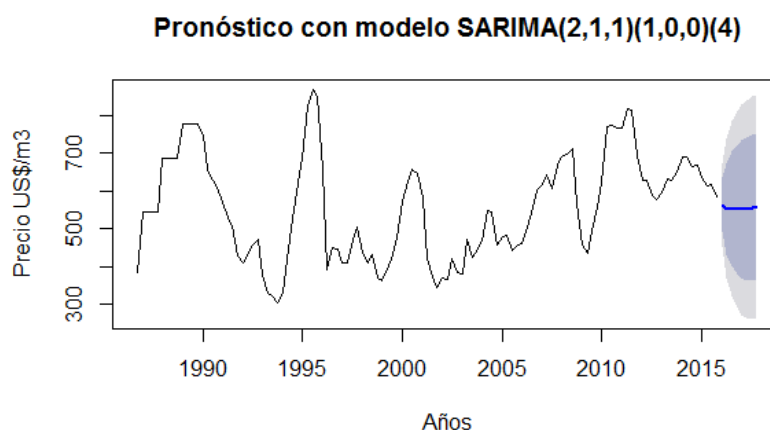


Figura 46. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de celulosa chilena.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Infór, anuario forestal 2016, pág. 86.

forecast(ce1ctsf, h=8)

	<i>Point Forecast</i>	<i>Lo 80</i>	<i>Hi 80</i>	<i>Lo 95</i>	<i>Hi 95</i>
<i>2016 Q1</i>	<i>563.9686</i>	<i>492.5921</i>	<i>635.3450</i>	<i>454.8078</i>	<i>673.1294</i>
<i>2016 Q2</i>	<i>553.0761</i>	<i>433.8059</i>	<i>672.3464</i>	<i>370.6680</i>	<i>735.4842</i>
<i>2016 Q3</i>	<i>553.2473</i>	<i>402.6769</i>	<i>703.8177</i>	<i>322.9697</i>	<i>783.5249</i>
<i>2016 Q4</i>	<i>550.5873</i>	<i>382.3890</i>	<i>718.7857</i>	<i>293.3501</i>	<i>807.8245</i>
<i>2017 Q1</i>	<i>550.6101</i>	<i>369.6894</i>	<i>731.5307</i>	<i>273.9158</i>	<i>827.3043</i>
<i>2017 Q2</i>	<i>552.4551</i>	<i>364.2292</i>	<i>740.6810</i>	<i>264.5884</i>	<i>840.3218</i>
<i>2017 Q3</i>	<i>555.5091</i>	<i>363.7641</i>	<i>747.2542</i>	<i>262.2604</i>	<i>848.7579</i>
<i>2017 Q4</i>	<i>557.1965</i>	<i>364.0126</i>	<i>750.3804</i>	<i>261.7472</i>	<i>852.6458</i>

A los valores puntuales pronosticados, debemos sumar 4,25 para eliminar el sesgo producido por la media distinta de cero. El primer valor puntual pronosticado para el primer trimestre es $563,96+4,25= 568,21$. Los intervalos de 80 y 90% de confianza, deben ser tomados con

precaución debido a que se rechazó la normalidad de los residuos. El gráfico anterior muestra la línea de pronóstico con sus respectivas áreas de intervalos de confianza.

4.4. Análisis de precios de celulosa de Suecia

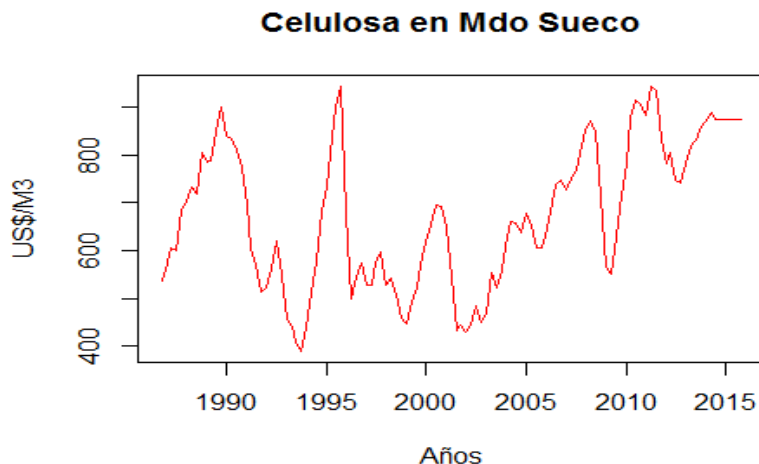


Figura 47. Evolución de precios de celulosa de Suecia

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

El gráfico anterior muestra el comportamiento de la serie de precios de la celulosa Sueca. Se observa que es una serie de tiempo muy variable. Cabe destacar que las variaciones producidas muestran al principio una tendencia levemente a la baja hasta el año 1994, donde se produce un quiebre. Esta tendencia persiste hasta el año 2003, y que luego sufre un cambio al alza, sufriendo quiebres el año 2009 y 2013. Cabe destacar que en 1980 se deterioró la situación económica y la inflación alcanzó niveles de 7,5% y 8,9% en enero de ese año. En 1990 una inflación de 1,313%, provocó que las inversiones y producciones forestales disminuyeran. En 1991 estalla una burbuja inmobiliaria con efectos devastadores, el paro que en Suecia era del 3% en 1990 en pleno empleo, pasó a ser en 1993 del 12%. En 1992 se derrumbó el tipo de cambio, más la recesión, produjo malos préstamos. El año siguiente en 1993 el PIB se redujo 5% en comparación al de 1992, a fines de este año se comenzó con una recuperación cíclica. Dos años

más tarde en 1995 se abre una planta de blanqueo desarrollada por Sunds y con la empresa norteamericana Unión Camp. En 2002 la inflación estaba en 2,082%, en 2008 ocurre la crisis subprime, en 2009 ocurre crisis europea que afecta a Suecia, aumentando el desempleo al 8,7%. En 2011 el IPC llegó a 2,288%. Al ocurrir estas crisis se ve claramente cómo afecta directamente en esos años o en un año posterior al precio de la celulosa de Suecia.

Gráficamente el comportamiento en los precios de la celulosa sueca es muy similar al de la chilena.

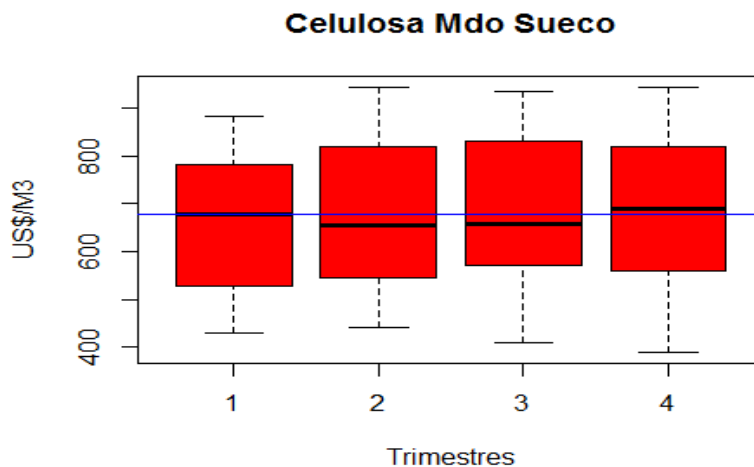


Figura 48. Gráfico de trigramas de celulosa de Suecia.

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

Este gráfico al igual que el anterior también analiza la tendencia pero por trigramas, donde se compara cada trimestre con una mediana total de los datos. Se logró determinar que el primer trimestre la tendencia es levemente mayor, los trigramas dos y tres las medianas son inferiores a la mediana total, mientras que el cuarto trimestre se observa que la mediana es mayor, por lo tanto, los precios son mayores que el valor de la mediana general del periodo.

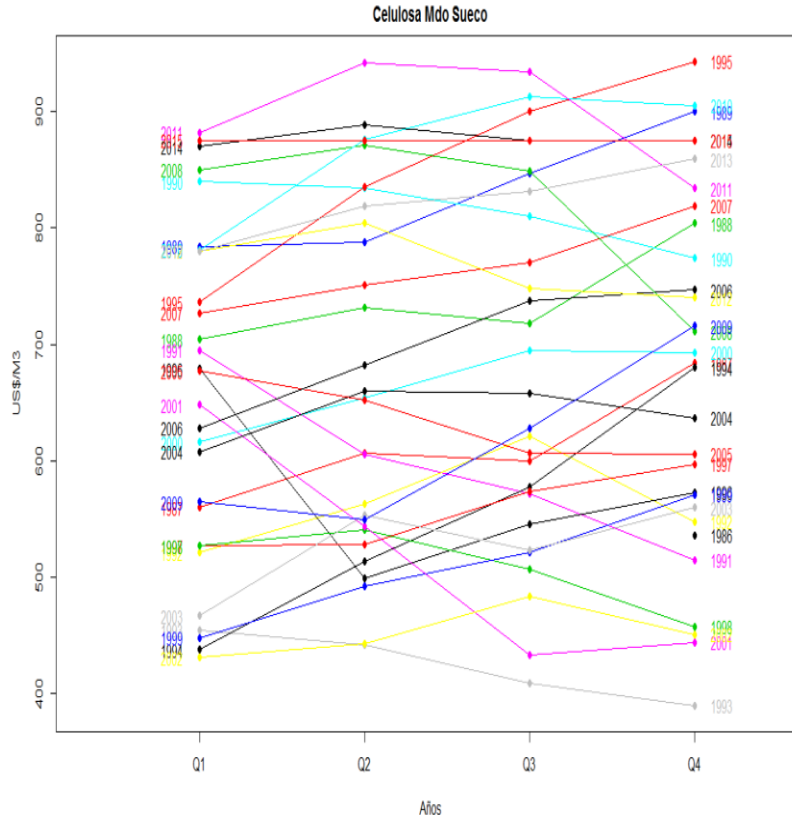


Figura 49. Gráfico de trimestres en cada año de celulosa de Suecia.

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

A través del gráfico anterior se observa cómo se comportan los precios trimestralmente, muestra cómo se superponen los datos de cada temporada. En este caso se ve claramente que los precios aumentan el Segundo trimestre y se mantienen para el tercer y cuarto trimestre. No así son los casos del año 2009, 2007 y 1995 donde los precios aumentan en el cuarto trimestre. Mientras que el año el 1993, los precios caen, al igual que el año 1990, 1991, 1998 y 2015. El año 2015 se observa un alza considerable durante el trimestre dos y tres, sin embargo, los precios en el trimestre 4 caen.

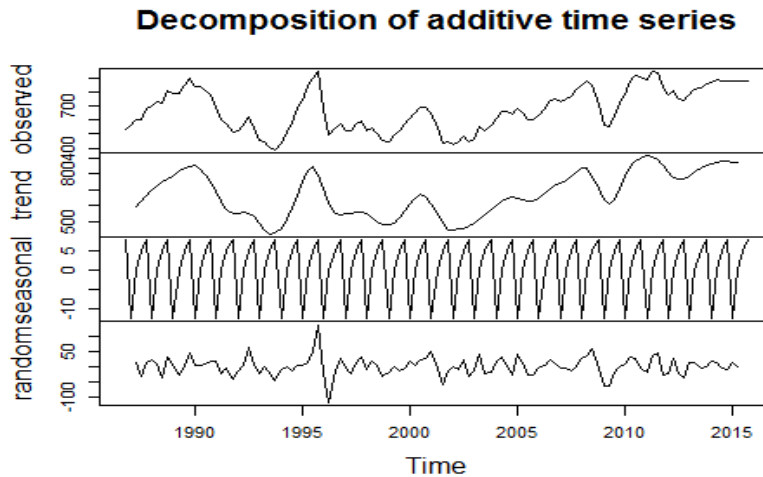


Figura 50. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de celulosa de Suecia.

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

Este gráfico muestra la descomposición para ver cómo se comportan los precios en el tiempo. El primer gráfico es el original (Figura 44) ya mencionado anteriormente, el Segundo es un gráfico suavizado el cual muestra la tendencia a la baja hasta el año 2003, y luego la tendencia cambia al alza hasta el año 2015. El tercer gráfico indica la estacionalidad y se observa claramente que si hay estacionalidad dado que hay períodos más altos y otros más bajos. EL cuarto gráfico muestra el comportamiento aleatorio, del cual se puede concluir que hubo bastante variabilidad durante los periodos de análisis, pero el año 1996, 2002 y 2008 pasó algo. Los datos diferenciados por temporadas no muestran un comportamiento sustancialmente diferente de los datos no diferenciados por temporada.

4.4.1 Estacionariedad de los Precios de la Celulosa Sueca.

Para contrastar la estacionariedad de las series de precios, se utilizará los test de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentado, Test de Phillips-Perron y KPSS. A continuación se muestran las salidas del programa R para obtener los resultados de los test anteriormente mencionados.

- Test Dickey-Fuller Aumentado

```
adf.test(celsuts, alternative="stationary")
```

Augmented Dickey-Fuller Test

data: celsuts

Dickey-Fuller = -3.2961, Lag order = 4, p-value = 0.0753

alternative hypothesis: stationary

- Test Phillips-Perron

```
pp.test(celsuts, alternative="stationary")
```

Phillips-Perron Unit Root Test

data: celsuts

Dickey-Fuller Z(alpha) = -17.381, Truncation lag parameter = 4, p-value = 0.11

alternative hypothesis: stationary

- Test Kpss

```
kpss.test(celsuts)
```

KPSS Test for Level Stationarity

data: celsuts

KPSS Level = 1.1099, Truncation lag parameter = 2, p-value = 0.01

Los contrastes de KPSS y Phillips-Perron muestran que la serie de precios de celulosa sueca es no estacionaria, mientras que el test ADF, no es completamente claro. Se estimará directamente el modelo ARIMA para ver si corresponde una integración de orden 1.

4.4.2 Modelo Autorregresivo de Medias Mviles (ARIMA) para celulosa sueca.

A continuación se genera el modelo ARIMA de la serie de celulosa sueca.

- Modelo ARIMA

```
celsutsf<-auto.arima(celsuts,stepwise=FALSE, approximation=FALSE)
```

```
summary(celsutsf)
```

```
series: celsuts
```

```
ARIMA(2,1,3)
```

```
Coefficients:
```

	ar1	ar2	ma1	ma2	ma3
	-0.0331	0.6895	0.5228	-0.7957	-0.5887
s.e.	0.1367	0.1312	0.1331	0.0936	0.0885

```
sigma^2 estimated as 2537: log likelihood=-617.24
```

```
AIC=1246.48 AICc=1247.25 BIC=1263
```


Training set error measures:

	<i>ME</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>MPE</i>	<i>MAPE</i>	<i>MASE</i>	<i>ACF1</i>
<i>Training set</i>	4.5599	49.0608	36.8095	0.2396	5.8278	0.3130	0.0072

El modelo seleccionado es un ARIMA (2,1,3). Este modelo está formado por un proceso autorregresivo de orden 2 (ar1 y ar2), por un proceso de medias móviles de orden 3 (ma1, ma2 y ma3). El modelo muestra que la serie es integrada de orden 1, es decir fue necesario diferenciarla una vez para convertirla en estacionaria. Esto muestra que las pruebas KPSS y Phillips-Perron dieron mejor resultado que el test ADF.

4.4.3 Diagnóstico del Modelo ARIMA (2,1,3)

Para contrastar la autocorrelación de los residuos utilizamos el test Ljung-Box Test. La hipótesis nula, es la autocorrelación igual a cero.

- Test Ljung-Box Test

```
Box.test(rescsutsf, lag=12, type="Ljung")
```

Box-Ljung test

```
data: rescsutsf
X-squared = 9.6552, df = 12, p-value = 0.6462
```

De acuerdo al valor de $p\text{-value} > 0,1$, se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto, los residuos no están autocorrelacionados.

En cuanto a la media de los residuos, esta no es cero (4,56). Podemos ajustar este sesgo, sumando la media a los valores puntuales pronosticados y desaparece el problema.

Para contrastar la normalidad de los residuos utilizamos el test de Shapiro- Wilkinson

- Test de Shapiro- Wilkinson

```
shapiro.test(rescsutsf)
```

Shapiro-wilk normality test

```
data: rescsutsf
W = 0.92172, p-value = 3.91e-06
```

El test muestra que los residuos no siguen una distribución normal. Esto genera problemas con los intervalos de confianza de los pronósticos.

4.4.4 Pronósticos con modelo ARIMA (2,1,3)

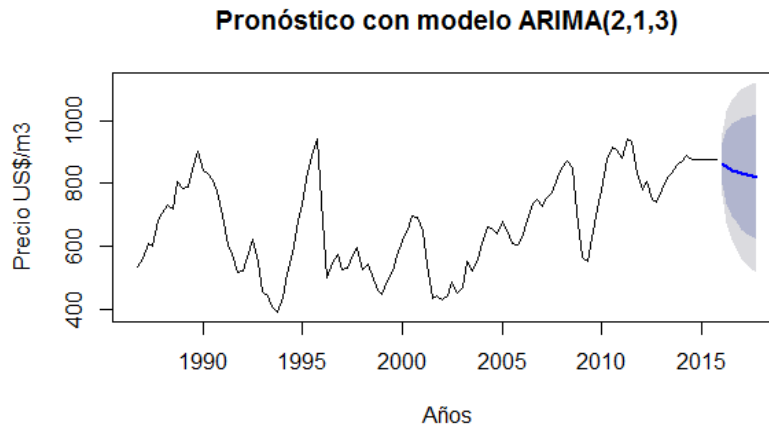


Figura 51. Gráficos de descomposición aditiva de los precios de celulosa de Suecia.

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web Indexmundi

```
forecast(ce1sutf, h=8)
      Point Forecast      Lo 80      Hi 80      Lo 95      Hi 95
2016 Q1      861.6854  797.1344  926.2364  762.9632  960.4077
2016 Q2      852.2721  736.4588  968.0854  675.1509  1029.3932
2016 Q3      842.4701  696.8622  988.0780  619.7821  1065.1582
2016 Q4      836.3041  673.7296  998.8786  587.6679  1084.9403
2017 Q1      829.7496  653.7608  1005.7383  560.5980  1098.9011
2017 Q2      825.7151  640.8610  1010.5692  543.0051  1108.4250
2017 Q3      821.3292  628.8814  1013.7769  527.0057  1115.6526
2017 Q4      818.6926  620.7867  1016.5985  516.0216  1121.3635
```

A los valores puntuales pronosticados, debemos sumar 4,56 para eliminar el sesgo producido por la media distinta de cero. El primer valor puntual pronosticado para el primer trimestre es $861,68+4,56= 866.24$ Los intervalos de 80 y 90% de confianza, deben ser tomados con precaución debido a que se rechazó la normalidad de los residuos. El gráfico muestra la serie de precios con el pronóstico en línea azul.

5. Capítulo 5: Conclusiones

5.1. Conclusión

El tema tratado en esta investigación estudia el mercado forestal chileno y especialmente los precios de sus productos más importantes, la madera aserrada y la celulosa, destacando que el mercado forestal es muy importante para la economía nacional, en términos del empleo que esta industria otorga, las divisas por las exportaciones y en general el gran aporte económico al PIB del país.

El objetivo de esta investigación fue analizar el mercado forestal y los precios de algunos productos como la madera aserrada y la celulosa.

A lo largo de la investigación se destaca que la producción forestal chilena se basa principalmente en plantaciones de las especies pinus radiata y eucaliptus, mientras que las mayores superficies de plantaciones forestales están localizadas entre las regiones del Maule y Los Ríos. La más importante es la Región del Bio-Bio.

Los principales productos forestales chilenos exportados son la celulosa, la madera aserrada y los tableros. Con destinos mayoritariamente en China, USA y Japón. Dentro de las empresas dedicadas al rubro forestal, la mayor parte está dedicada a la cosecha de bosques y otras actividades silviculturales.

El estudio realiza un contraste a nivel mundial, en donde las mayores superficies con plantaciones están ubicadas en China, USA y Rusia.

El sector forestal da empleo directo a más de cien mil personas. Si se suma el empleo indirecto se llega a la cifra de más de trescientos mil personas.

El precio de la madera aserrada chilena tiene una tendencia claramente positiva en el periodo de estudio. Y no sufre grandes variaciones, esto indica que el mercado se encuentra frente a precios típicos, con un comportamiento normal. Mientras que la madera aserrada canadiense

muestra mayores variaciones que la chilena dado a que los precios están sujetos directamente a crisis mundiales. Aunque su tendencia es al alza a sufrido caídas considerable, sobre todo a comienzas de los años 2000.

La celulosa blanqueada chilena ha experimentado muchas variaciones a lo largo del tiempo. Este comportamiento es parecido al del precio interno de la celulosa blanqueada sueca, dado que las variaciones sufridas en el precio Sueco, se reflejan también en el precio chileno.

Todas las series de precios resultaron no cointegradas e integradas de orden 1. Está situación es típica de series económicas.

El modelo ARIMA de la madera aserrada chilena corresponde a uno estacional o SARIMA, con componentes autorregresivos, de medias móviles y medias móviles estacionales.

El modelo ARIMA de la madera aserrada canadiense corresponde a uno que involucra sólo componentes de medias móviles, pero de alto orden (ma5).

El modelo ARIMA de los precios de la celulosa blanqueada chilena corresponde a uno estacional o SARIMA, con componentes autorregresivos, de medias móviles y autorregresivos estacionales.

El modelo ARIMA de los precios de la celulosa sueca contempla componentes autorregresivos y de medias móviles.

Es interesante destacar que los modelos ARIMA para los precios chilenos reflejan una componente estacional más importante que los internacionales. Situación que el análisis gráfico quizás no muestre de forma tan clara.

Debemos recalcar que esta investigación es la primera parte de un estudio de los precios forestales chilenos y su relación con los precios internacionales. La segunda parte contemplará un análisis de cointegración y transmisión espacial de los precios de productos forestales.

6. Bibliografía

1. Abidoye, B. O., & Labuschagne, M. (2014). The transmission of world maize price to South African maize market: a threshold cointegration approach. *Agricultural Economics*, 45(4), 501-512.
2. Acosta, A., Ihle, R., & Robles, M. (2014). Spatial price transmission of soaring milk prices from global to domestic markets. *Agribusiness*, 30(1), 64-73.
3. Alfaro, D., & Olivera, M. (2009). Transmisión de Precios y Poder de Mercado: el caso del ganado vacuno para faena.
4. Alfero, C. (s.f.). Mercado de la Celulosa Actualidad y Evolucion, 2-30.
5. Alvear Acuña, M. (2016). *Predicción de precios del cultivo de maíz, a través de cointegración con precios futuros financieros de Chile* (Mg.). Universidad del Bío-Bío.
6. Amikuzuno, J. (2009). Spatial Price Transmission and Market Integration between Fresh Tomato Markets in Ghana: Any Benefits from Trade Liberalisation?. Department of Agricultural Economics and Extension, University for Development Studies, Tamale, Ghana.
7. Arauco. (2011). Informe Responsabilidad Social Corporativa, 16-23.
8. Arauco.cl. (2016). ARAUCO. Recuperado de: <http://www.Arauco.cl/comunidad/proyectos.asp?idioma=17&idq=3013> [Consultado el 16 Sep. 2016].
9. Arauco.cl. (2016). ARAUCO. Recuperado de: http://www.Arauco.cl/informacion.asp?idq=697&parent=688&ca_submenu=3198&tipo=3&idioma=17 [Consultado el 15 Nov. 2016].
10. Astorga, L. (2015). Los impactos del Confort-Gate en el sector forestal chileno. *Bosque Nativo*, 54, 22-23.
11. Atcp. (2016). Industria de la Celulosa en Chile. Recuperado de: http://www.atcp.cl/privado/docs/documentos/Documentos_041161002913.pdf [Consultado el 22 Oct. 2016].
12. Atlas.media.mit.edu. (2016). OEC - Celulosa (HS92: 3912) Comercio producto, exportadores y importadores. Recuperado de: <http://atlas.media.mit.edu/es/profile/hs92/3912/> [Consultado el 19 Oct. 2016].
13. Atlas.media.mit.edu. (2016). OEC - Madera aserrada (HS92: 4407) Comercio producto, exportadores y importadores. Recuperado de: <http://atlas.media.mit.edu/es/profile/hs92/4407/> [Consultado el 14 Oct. 2016].
14. Baquedano, F. G., & Liefert, W. M. (2014). Market integration and price transmission in consumer markets of developing countries. *Food Policy*, 44, 103-114.
15. Barahona, J. F., Trejos, B., Lee, J. W., Chulaphan, W., & Jatuporn, C. (2014). Asymmetric Price Transmission in the Livestock Industry of Thailand. *APCBEE Procedia*, 8, 141-145.
16. Barrett, C. B., & Li, J. R. (2002). Distinguishing between equilibrium and integration in spatial price analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(2), 292-307.
17. Ben-Kaabia, M., & Roig, J. M. G. (2008). Asimetrías en la transmisión de precios en el sector del tomate en España. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 8(1), 57-82.
18. Ben-Kaabia, M., Gil, J. M., & Boshnjaku, L. (2002). Price transmission asymmetries in the Spanish lamb sector. *Zaragoza (Spain)*, 28, 31.
19. Bosquescautin.cl. (2016). Negocios: Programa de forestación mapuches. Recuperado de: <http://www.bosquescautin.cl/index.php?id=25> [Consultado el 18 Sep. 2016].

20. Bosquesparachile.cl. (2016). Bosques para Chile. Recuperado de:
<http://bosquesparachile.cl/bosques.asp?id=300&ids=301> [Consultado el 5 Nov. 2016].
21. Brosig, S., Glauben, T., Götz, L., Weitzel, E. B., & Bayaner, A. (2011). The Turkish wheat market: spatial price transmission and the impact of transaction costs. *Agribusiness*, 27(2), 147-161.
22. Burke, W. J., & Myers, R. J. (2014). Spatial equilibrium and price transmission between Southern African maize markets connected by informal trade. *Food Policy*, 49, 59-70.
23. Cmpccelulosa.cl. (2016). CMPC - celulosa. Recuperado de:
<http://www.cmpccelulosa.cl/CMPCCELULOSA/interior.aspx?cid=338&leng=es> [Consultado el 13 Oct. 2016].
24. Cmpccelulosa.cl. (2016). CMPC - celulosa. Recuperado de:
<http://www.cmpccelulosa.cl/CMPCCELULOSA/interior.aspx?cid=339&leng=es> [Consultado el 24 Oct. 2016].
25. Conaf.cl. (2016). DL 701 y sus reglamentos. Recuperado de:
<http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/plantaciones-forestales/dl-701-y-sus-reglamentos/> [Consultado el 11 Oct. 2016].
26. Corma.cl. (2016). Corporación Chilena de la Madera - CORMA. Recuperado de:
<http://www.corma.cl/perfil-del-sector/aportes-a-la-economia/chile-en-el-mercado-mundial> [Consultado el 23 Oct. 2016].
27. Corma.cl. (2016). Corporación Chilena de la Madera - CORMA. Recuperado de:
<http://www.corma.cl/perfil-del-sector/aportes-a-la-economia/exportaciones> [Consultado el 29 Nov. 2016].
28. Dawe, D. (2008). Have recent increases in international cereal prices been transmitted to domestic economies. The experience in seven large Asian countries. *FAO-ESA Working Paper*, 8(3), 1-12.
29. Donoso, S. & Reyes, R. (2015). La Industria de la celulosa en Chile, otra “anomalía de mercado”. *Bosque Nativo*, 54, 19-21.
30. Dos años más de vida: La cronología tras la propuesta de extender los subsidios del Decreto Ley 701 hasta el 2018. (2015). *Bosque Nativo*, 54, 3-6.
31. EC-European Commission. (2009). Analysis of price transmission along the food supply chain in the EU. Commission Staff Working Document SEC/2009/1450 FIN, European Commission.
32. Educarbol.org. (2016). EDUCÁRBOL El Bosque / Tipos. Recuperado de:
<http://www.educarbol.org/bosque/tipos.php> [Consultado el 19 Nov. 2016].
33. Enke, S. (1951). On maximizing profits: A distinction between Chamberlin and Robinson. *The American Economic Review*, 566-578.
34. Fackler, P. L., & Goodwin, B. K. (2001). Spatial price analysis. *Handbook of agricultural economics*, 1, 971-1024.
35. Fao. (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2014*, 91-113.
36. Fao.org. (2016). Integración de mercados y transmisión de precios en determinados mercados de productos alimentarios y comerciales de países en desarrollo. Recuperado de: <http://www.fao.org/DOCREp/007/Y5117S/y5117s06.htm> [Consultado el 28 Nov. 2016].

37. Ganneval, S. (2016). Spatial price transmission on agricultural commodity markets under different volatility regimes. *Economic Modelling*, 52, 173-185.
38. Ghafoor, A. B. D. U. L., & Aslam, M. A. N. A. N. (2012). Market integration and price transmission in rice markets of Pakistan (No. 12-08). SANEI working paper series.
39. Goychuk, K. (2013). Analysis of the Asymmetric Price Transmission in the Ukrainian Wheat Supply Chain. FAPRI-MU Report, 05-13.
40. Greb, F., von Cramon-Taubadel, S., Krivobokova, T., & Munk, A. (2013). The estimation of threshold models in price transmission analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(4), 900-916.
41. Hassouneh, I., Radwan, A., Serra, T., & Gil, J. M. (2012). Food scare crises and developing countries: the impact of avian influenza on vertical price transmission in the Egyptian poultry sector. *Food Policy*, 37(3), 264-274.
42. Indexmundi.com. (2016). Madera dura aserrada - Precio Mensual - Precios de Materias Primas. Recuperado de: <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=madera-dura-aserrada&meses=360> [Consultado el 19 Oct. 2016].
43. Indexmundi.com. (2016). Pulpa de celulosa - Precio Mensual - Precios de Materias Primas. Recuperado de: <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=pulpa-de-celulosa&meses=300> [Consultado el 24 Oct. 2016].
44. Ine. (2016). Metodología Base Enero 2006=100 | Instituto Nacional de Estadísticas | INE 2015. Recuperado de: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/mercado_del_trabajo/nene/cifras_trimestrales_SON_2015.php [Consultado el 18 Nov. 2016].
45. Infor. (2016). Boletín Estadístico Marzo 2016. *Mercado Forestal*, 64, 12-22.
46. Infor. (2016). Boletín Marzo 2016. *Precios Forestales*, 156, 9-13.
47. Infor. (2016). Exportaciones Forestales Chilenas Marzo 2016. *Instituto Forestal*, Enero-Marzo 2016, 4-17.
48. Infor. (2016). Infor: Estadísticas Forestales. [Wef.infor.cl](http://wef.infor.cl). Recuperado de: <http://wef.infor.cl/industria/industria.php> [Consultado el 14 Oct. 2016].
49. Infor. (2015). Chilean Statistical Yearbook of Forestry 2015. *Anuario Forestal 2015*, 150, 7-129.
50. Infor. (2015). La Industria del Aserrío 2015. *Instituto Forestal 2015*, 151, 3-28.
51. Infor. (2014). Anuario Forestal 2014. *Instituto Forestal 2014*, 144, 5-127.
52. Infor. (2014). Importaciones Forestales 2014. *Instituto Forestal 2014*, 148, 2-13.
53. Infor. (2010). Anuario Forestal 2010. *Instituto Forestal 2010*, 128, 7-105.
54. 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), 56-64.
55. Labra Hernández, J. (2016). *Efectos del precio internacional de la leche sobre el precio pagado a productor chileno: un análisis de cointegración y volatilidad* (Mg.). Universidad del Bío-Bío.
56. Liefert, W. (2009). The transmission of exchange rate changes to agricultural prices. DIANE Publishing.
57. Lignum. (2015). El sector forestal y la generación de empleos. Recuperado de <http://www.lignum.cl/2015/10/22/el-sector-forestal-y-la-generacion-de-empleos/#> [Consultado el 28 Sep. 2016]

58. Masaro, J. V., Guiguet, E. D., Arancibia, R. G., & Rossini, G. (2013). Retrasos en la transmisión de precios de exportación entre los principales productos lácteos santafesinos: Leche en polvo entera y quesos. *Ciencias Económicas*, 2(10), 11-21.
59. Minot, N. (2010). Transmission of world food price changes to markets in Sub-Saharan Africa. Washington: International Food Policy Research Institute.
60. Myers, R. J., & Jayne, T. S. (2012). Multiple-regime spatial price transmission with an application to maize markets in Southern Africa. *American Journal of Agricultural Economics*, 94(1), 174-188.
61. Público, E. (s.f). Ciclo económico, shocks de oferta y burbujas financieras.
62. Reztis, A. N., & Pachis, D. N. (2013). Investigating the Price Transmission Mechanism of the Greek Fresh Tomato Market with a Markov Switching Vector Error Correction model. *Agricultural Economics Review* (Forthcoming).
63. Samuelson, P. A. (1952). Economic Theory and Mathematics--An Appraisal. *The American Economic Review*, 42(2), 56-66.
64. Sun, C., & Ning, Z. (2014). Timber restrictions, financial crisis, and price transmission in North American softwood lumber markets. *Land Economics*, 90(2), 306-323.
65. Untec (2014). Programa de Gestión y Economía Ambiental. Actualización de estudio evaluación del aporte económico y social del sector forestal en Chile y análisis de encadenamientos, año 2014, 16-23
66. Varela, G. J., & Taniguchi, K. (2013). Asymmetric Transmission in Wheat Flour Markets in Indonesia.
67. Vavra, P., & Goodwin, B. K. (2005). Analysis of price transmission along the food chain.
68. Yang, J., Zhang, J., & Leatham, D. J. (2003). Price and volatility transmission in international wheat futures markets. *Annals of Economics and Finance*, 4, 37-50.
69. 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.
70. Gutiérrez Salcedo, M. (2012). La transmisión de precios en la cadena agroalimentaria: el mercado español de los aceites de oliva.