



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



**MEMORIA DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MAGISTER EN GESTIÓN DE EMPRESAS**

“ANÁLISIS VERTICAL DE LOS PRECIOS DE LA ESPECIE PINO RADIATA
CHILENA ENTRE LOS AÑOS 1984 Y 2016”.

Autor: Natalia Saldías Cifuentes

Profesor guía: Juan Cabas Monje

Chillán, 2018

TABLA DE CONTENIDO

1. Capítulo 1 Introducción	8
1.1. Introducción	9
1.2. Antecedentes del tema.....	10
1.3. Problema de investigación.	11
1.4. Objetivos.	12
1.4.1. General.	12
1.4.2. Específicos.	12
1.5. Propósitos del proyecto.	13
1.6. Área de estudio.....	14
2. Capítulos 2 Revisión bibliográfica y marco teórico conceptual	15
2.1. Revisión bibliográfica y marco teórico conceptual.....	16
2.1.1. Antecedentes generales	16
2.1.2. Industria Forestal Chilena.	16
2.1.3. Consumo y Producción	18
2.2. Caracterización del Mercado de las Trozas Aserrables de pino radiata en Chile.....	20
2.2.1. Participación de los Trozos Aserrables de pino radiata en Chile.	21
2.3. Caracterización del Mercado de Madera Aserrada de pino radiata en Chile.	24
2.3.1. Participación de la Madera Aserrada en Chile.	25
3. Capítulo 3 Metodología	29
3.1. Metodología	30
3.1.1. Tipo de estudio.....	30
3.1.2. Fuentes de información.....	30
3.2. Métodos de recolección de información.....	31
3.3. Métodos de análisis de datos	32
3.4. Conceptos sobre los Enfoques del estudio	33
3.4.1. Series de tiempo	33
3.4.2. Estacionariedad	34
3.4.3. Test de Raíz Unitaria.....	35
3.4.4. Test de Cointegración.....	37
4. Capítulo 4: Análisis de datos	42
4.1. Análisis de datos	43
4.1.1. Análisis de precios	43

4.1.2. Estacionariedad de los Precios de la Troza aserrable y Madera Aserrada Chilena	44
4.1.4. Modelo Vectorial de Autoregresión (VAR).....	49
5. Capítulo 5 Conclusiones	54
5.1. Conclusión.....	55
6. Bibliografía.	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. PIB del sector forestal por año	17
Tabla 2 Consumo de Trozos para uso industrial por especie.	19
Tabla 3 consumo de trozas en la Industria primaria	21
Tabla 5 Estacionariedad	45
Tabla 6 Test Johansen	47
Tabla 7 Test Engle-Granger	48
Tabla 8 Test Philips-Oularis	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 PIB del sector forestal	18
Figura 2 Producción Forestal (miles de m3)	19
Figura 3 Esquema corte tradicional trozas	20
Figura 4 Proceso productivo de la madera aserrada de Pino Radiata.....	22
Figura 5 Precio trozas aserrables en miles de m3.....	23
Figura 6 Proceso de la madera Aserrada	25
Figura 7 Producción de madera aserrada.....	27
Figura 8 Consumo de madera aserrada	28
Figura 9 Precio Madera Aserrada.....	28
Figura 12 Precio trozas aserrable.....	43
Figura 13 Precio Madera aserrable.....	44
Figura 16 Impulso respuesta de las variables	52

RESUMEN

La Industria forestal es uno de los mercados más fuertes en Chile, destacando en ella la participación de las Trozas Aserrables, Madera Aserrada, dimensionada y cepillada de pino radiata los cuales experimentan diversas situaciones a lo largo de todo su proceso de integración y derivación de nuevos productos.

A través de este estudio se investiga la relación entre los precios de las trozas aserrables de pino radiata y la madera aserrada de la misma especie. Los datos que se han utilizado en este estudio son de carácter trimestral, considerando desde el año 1984 al 2016. Los resultados muestran que las series son no estacionarias. Para la cointegración se utilizó el test Engle-granger el cual mostraba cointegración, mientras que el test de Philips-Oularis dice que no existe cointegración. Considerando lo anterior y tomando en cuenta que las series son integradas de orden uno $I(1)$, se decide utilizar el Modelo Vectorial de autoregresión (VAR). Debido a lo anterior, se estimó un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) de orden uno, que mostró que el precio de la troza se explica por el precio de la madera aserrada un periodo atrás al igual que el precio de la madera aserrables que se explica por la misma un periodo atrás.

Palabras Clave: Pino Radiata, Madera Aserrada, Troza, Análisis Vertical, Transmisión.

ABSTRACT

The Forestry Industry is one of the strongest markets in Chile, emphasizing in it the participation of Sawlogs, Sawn Timber, dimensions and brushed pine radiata which experience various situations throughout its integration process And derivation of new products.

Through this study, the relationship between the prices of the sawlogs of radiata pine and the sawn timber of the same species is investigated. The data used in this study are of a quarterly nature, considering from 1984 to 2016. The results show that the series are non-stationary. For the cointegration the Engle-granger test was used, which showed cointegration, while the Philips-Oularis test says that there is no cointegration. Considering the above and taking into account that the series are integrated in order one $I(1)$, it is decided to use the Vector Model of autoregression (VAR).

Due to the above, a model of Autoregressive Vectors (VAR) of order one was estimated, which showed that the price of the log is explained by the price of the sawn wood a period back, as well as the price of the sawn timber that was explains a period back by it.

Keywords: Radiata Pine, Sawn Timber, Log, Vertical Analysis, Transmission.

1. Capítulo 1 Introducción

1.1. Introducción

La industria forestal es una de las industrias más importantes en Chile y unas de las que más ha crecido el último tiempo. Se estima que el consumo de madera y productos derivados debería aumentar conforme crece la población mundial y las economías de los países.

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 2,8 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 (año 2015, CORMA).

Dada la importancia de este mercado para la economía nacional, esta investigación tiene como propósito estudiar el comportamiento de los precios de las trozas aserrables y de la madera aserrada, de pino radiata, en el periodo 1984-2016. Esto permitirá tener una visión más clara de la dinámica de los precios de estos primeros eslabones de la cadena de los productos forestales chilenos.

1.2. Antecedentes del tema.

Chile es uno de los países que se destaca por su gran recurso forestal, esto dado a la alta cantidad de bosques que se concentran principalmente en la zona sur del país. Siendo este recurso uno de los más importantes por su antigüedad, ya que se encuentra presente desde el siglo XVI hasta ahora, aportando al PIB del país, entregando empleo a miles de personas y contribuyendo a un desarrollo económico de gran importancia. (LIGNUM, 2016)

Cabe destacar que esta industria ha crecido conforme pasan los años, siendo antes una Industria de menor tamaño, pasando a ser una de las más importantes por su capacidad de producción que va de la mano con un trabajo de desarrollado sustentable y aporte al medio ambiente.

La demanda realizada a esta industria debe ir en aumento a medida que la población crece, también crecerá cuando ocurra un aumento en las otras economías de los distintos países, principalmente con los que Chile se relaciona. (La Tercera. (2011))

En la Industria Forestal Chilena no existen estudios sistemáticos que abarquen las relaciones de precios ocurrida en los distintos productos de una misma especie. De tal manera, que existe una necesidad de estudiar las relaciones tanto de corto como de largo plazo, de los productos forestales chilenos en sus distintos niveles de la cadena.

El objetivo de esta investigación es analizar descriptivamente y estadísticamente las series de precios de la Troza Aserrable y la madera Aserrada de la especie Pino Radiata y determinar las características de sus relaciones.

1.3. Problema de investigación.

Los ricos recursos forestales en Chile han apoyado a los grandes mercados madereros y manufactureros relacionados. Toda la madera recolectada de los bosques es una gran materia prima utilizada en la producción de productos madereros, papel y productos afines y muebles.

El uso de los bosques en las últimas décadas se comporta principalmente según las demandas de los mercados internacionales, y en ese periodo comienzan las plantaciones masivas de especies exóticas con mejor crecimiento, homogeneidad en calidad y volumen. (UACH, 2009)

Así es como la industria forestal chilena ha pasado de ser una industria de bajo perfil a una de las industrias más importante de desarrollo del país, tornándose un factor clave en el empleo de las personas (CORMA, 2015). En esta industria al igual que en otras, los distintos productos que la componen tienen distinta importancia, dado que generan un mayor aporte a las exportaciones y a la realización de productos manufacturados, como es el caso del Pino Radiata, principalmente de los productos aserrables, que han mantenido un estándar mayor en cuanto a consumo y producción, aumentando de precio conforme pasan los años (7% desde los años 80 hasta la fecha, INFOR).

En las industrias forestales, el efecto de un cambio en el precio del producto sobre el precio el factor se explica por la teoría de la demanda derivada “Mo Zhou, Joseph Buongiorno. (2005)” Si la demanda del producto aumenta, y lo demás permanece constante, su precio aumenta y se produce una cantidad mayor. Esto induce a una mayor demanda del factor, lo que lleva a un aumento de su precio. Este proceso de ajuste finaliza cuando se establece el nuevo equilibrio de mercado. Por lo tanto, la teoría sugiere que el precio de la materia prima (trozas aserrables) se ve afectado positivamente por el precio del producto (madera aserrada). Además, un efecto simétrico es posible ya que shock negativo exógeno en el suministro de insumos o factores productivos (trozas) conducirá a un aumento en el precio del factor, que se traducirá en aumento en el precio del producto (madera aserrada), con las demás variables

constantes. La magnitud de estas relaciones es importante para evaluar los efectos de las políticas que afectan los precios nacionales de los productos.

Actualmente se pueden encontrar muchas investigaciones acerca de exportaciones, importaciones y productos madereros, pero escasas Investigaciones sobre las relaciones entre el precio de los distintos productos obtenidos de una misma especie de la Industria Forestal Chilena, la importancia entre productos de la misma especie, y como es la influencia que se genera en la cadena de suministros de estos. Como una forma de aportar en el conocimiento de este importante mercado, Este estudio tiene como propósito principal estudiar las relaciones entre los precios de la troza aserrable y la madera aserrada de pinus radiata.

1.4. Objetivos.

1.4.1. General.

Analizar las relaciones entre los precios de las trozas y la madera aserrada de la especie Pino Radiata en el mercado chileno para el periodo 1984-2016.

1.4.2. Específicos.

1. Describir el mercado nacional de las trozas y la madera aserrada de Pinus radiata.
2. Analizar las series temporales de precios de la madera en trozas y de la madera aserrada de pino radiata.
3. Determinar las características principales de la relación entre los precios de la madera en trozos aserrables de pino radiata y la madera aserrada pino radiata del mercado chileno en el periodo 1984-2016.

1.5. Propósitos del proyecto.

Los acontecimientos internos que han surgido en Chile han sido los responsables de una gran desconfianza por parte de las personas, además se ha visto perjudicado el desarrollo y crecimiento del país. Tomando en cuenta también los 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.

Hasta hace un par de años era más difícil realizar algún tipo de estudio e investigación, dado que no se contaba con los recursos para hacerlo, además si se consideran años anteriores los países estaban 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 más herramientas para lograr el estudio.

Esta Investigación se realiza en base a lo descrito anteriormente, 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 Madera de Pino Radiata y así determinar las características y funciones econométricas que las representan en el periodo (1984 a 2016).

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 fundamentos, reconociendo el problema, sus principales objetivos, además del propósito de la investigación y área de estudio. Se utilizó información nacional para identificar los puntos descritos.

2. Se realizó un marco conceptual y revisión bibliográfica con la caracterización del mercado forestal nacional.
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. Los últimos pasos están marcados por un análisis econométrico de los precios de las trozas y la madera aserrada de Pino Radiata de Chile. Con el fin de mostrar si existe alguna relación entre los precios de esta primera parte de la cadena productiva.
5. Y por último se realizó la validación de la información y se obtuvieron los resultados del análisis realizado

1.6. Área de estudio.

El área de estudio los precios nacionales de una de las especies forestales más importantes de Chile, el Pino radiata. Para el estudio se tomaron los precios de la cadena de suministro, siendo el primer eslabón la troza aserrable como materia prima principal, para luego pasar al siguiente eslabón sobre los precios de la madera aserrada de pino radiata.

Los precios estudiados son solo del mercado chileno, dado el propósito del estudio. Todo esto en un periodo de estudio de más de 30 años 1984-2016.

2. Capítulos 2 Revisión bibliográfica y marco teórico conceptual

2.1. Revisión bibliográfica y marco teórico conceptual

2.1.1. Antecedentes generales

A continuación, se darán a conocer antecedentes de la industria forestal chilena, para luego dar a conocer con más detalle la caracterización de la madera aserrada de Pino radiata en Chile.

2.1.2. Industria Forestal Chilena.

La Industria Forestal Chilena es una de las más importantes del país, destacando algunas cifras como; las plantaciones forestales chilenas el año 2015, las que alcanzaron una superficie total de 2.426.722 ha., de las cuales la mayor parte (59,1%) corresponde a la especie Pino Radiata, seguido por Eucaliptus globulus y Eucalyptos nitens con 23,6% y 10,5% respectivamente. (LIGNUM, 2015). Cabe destacar además que de la superficie total del Territorio nacional 75.658.443 ha, el 18,9% pertenece a Superficie de bosque nativo (CORMA, 2016), un 3,2% a Superficie de Bosque plantado (INFOR) y 19,4% a áreas silvestres protegidas (CONAF, 2016).

Otro punto importante a destacar es el aumento en el consumo de madera en la Industria Forestal. El año 2015 alcanzó 43,6 millones m³, con un aumento de 2,5% respecto al año anterior. Este aumento en el consumo, es producto del aumento en la producción de los principales rubros, Ejemplo de lo anterior son los aumentos en las chapas y tableros en 12,6%, en el aserrío con 4,7% y finalmente un 0,7% en astillas (LIGNUM, 2015)

En cuanto a las exportaciones forestales, estas disminuyeron un 10,8% respecto del año 2014, llegando a US\$ 5.439,1 millones, acontecimiento dado por los menores envíos de pulpa blanqueada de pino radiata (-20,8%), de madera aserrada de la misma especie (-21,5%) y de cartulinas multicapas estucadas (-15,2%). (INFOR, 2016)

Estos antecedentes de la Industria Forestal se respaldan por su gran aporte al PIB nacional que registra cada año. Destacando así, el año 2015, en donde el aporte de la Industria Forestal al PIB fue de un 2,6%, casi 2,8 billones de pesos anuales (CORMA).

A continuación en tabla 1 y figura 1, se presenta el aporte al PIB en millones de pesos encadenados del sector forestal desde el año 2008 hasta el año 2015

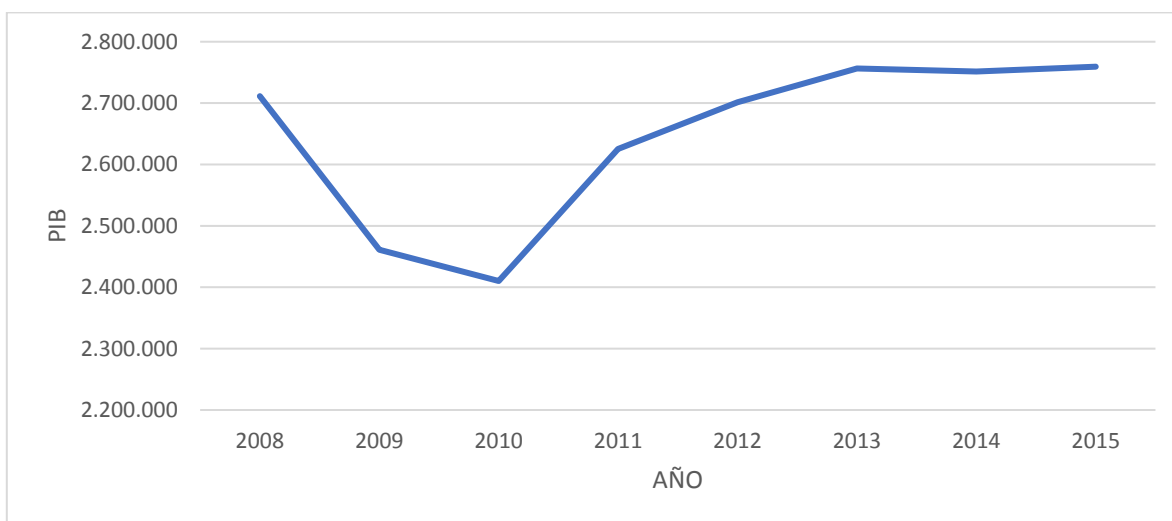
Tabla 1. PIB del sector forestal

AÑO	PIB
2008	2.711.370
2009	2.460.984
2010	2.410.142
2011	2.625.278
2012	2.701.473
2013	2.756.308
2014	2.751.481
2015	2.759.338

Fuente: Elaboración propia en base a Banco Central de Chile

Anteriormente se menciona que los precios están encadenados, lo que significa que registra la evolución de largo plazo a través de las variaciones de corto plazo de sus cantidades, valoradas por precios relativos del año previo.

Figura 1 PIB del sector forestal



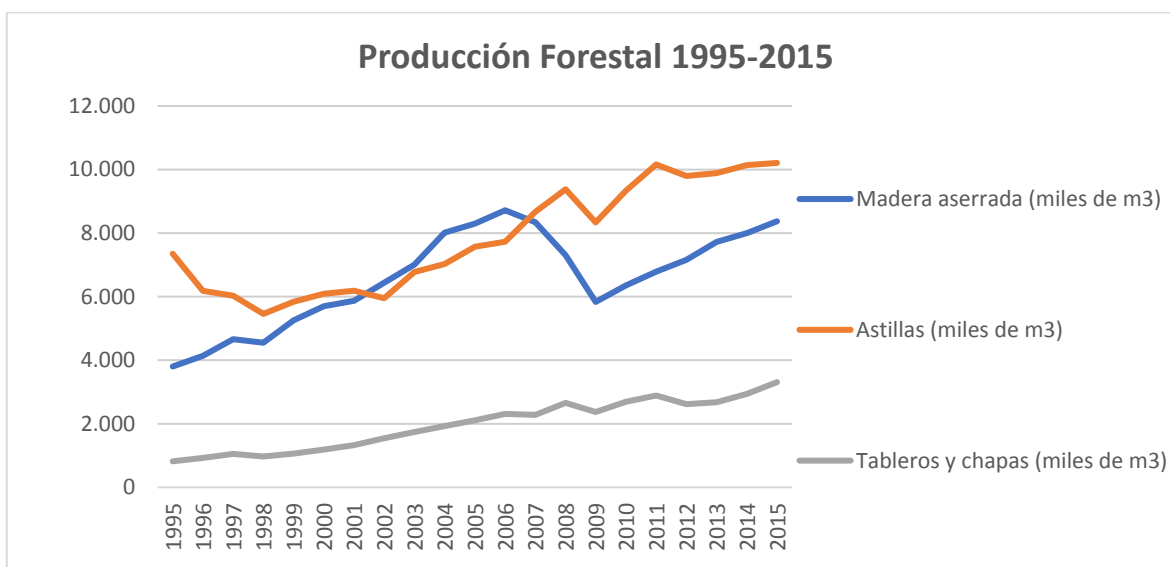
Fuente: Elaboración propia en base a Banco Central de Chile

2.1.3. Consumo y Producción

En general todas las actividades productivas que utilizan madera en trozas como materia prima en la Industria Forestal Chilena han experimentado un alto crecimiento. 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.

Destacando un mayor dinamismo en la producción de madera aserrada y pulpa química. Como muestra la siguiente figura, la madera aserrada creció sustancialmente hasta el año 2009, cuando ocurrió la crisis subprime que afectó fuertemente a la economía del país dado que la demanda externa bajó significativamente.

Figura 2 Producción Forestal (miles de m3)



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

En el consumo de trozas para uso Industrial por industria y especie del año 2015 (miles de *m³ ssc) se destaca principalmente el Pino radiata por especie y por industria la pulpa de madera con 16.756 m³ ssc del total 43.634 m³ ssc. (tabla N°8)

Tabla 2 Consumo de Trozos para uso industrial por especie.

Industria Forestal	TOTAL	Pino Radiata	Eucalipto	Nativas	Otras especies
TOTAL	43.634	30.689	12.096	379	470
Pulpa de madera	16.754	9.758	6.996	-	-
Industria del aserrío	16.421	15.767	26	255	374
Astillas	5.373	558	4.772	-	44
Tableros y chapas	4.771	4.318	278	124	52
Otras industrias	315	289	24	(*)	1

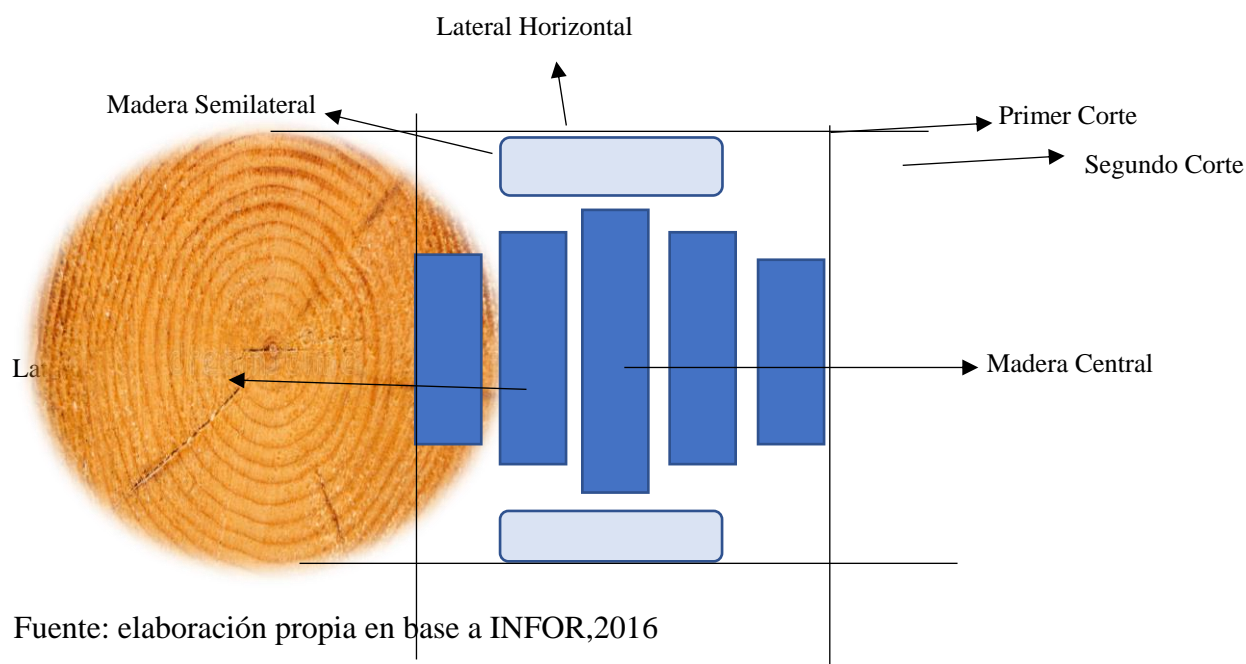
Fuente: Elaboración propia en base a INFOR

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

2.2. Caracterización del Mercado de las Trozas Aserrables de pino radiata en Chile.

Las trozas o materia prima influyen directamente en los niveles de productividad y rendimiento de las plantas. Es por esto que, a la hora de planificar, se debe considerar si se posee en stock la MP (Materia Prima) necesario y más adecuado para satisfacer la demanda del producto.






Figura 3 Esquema corte tradicional trozas



En la Figura N°3 se puede observar la madera obtenida de una troza, y también es posible distinguir las calidades de madera. Destacar además que dependiendo del tratamiento, la cantidad de cortes cambia en el trozo (Acevedo et al., 2015)

A continuación, se puede observar a través de la tabla N°3 el consumo de trozas en la Industria primaria, año 2015 de Pino Radiata (en miles)

Tabla 3 consumo de trozas en la Industria primaria

Producto	Consumo de trozas 30.688,5m ³ ssc	Producción	Mercado Interno	Mercado Externo
 Pulpa / Wood Pulp	9.757,8 m ³ ssc	Pulpa 2.793,3 ton	18%	82%
 Madera Aserrada / Sawn Wood	15.766,8 m ³ ssc	Madera Aserrada 8.038,4 m ³	69%	31%
 Astillas (2) / Wood chips	557,5 m ³ ssc	Astillas 5.547,2 m ³	100%	-
 Tableros y Chapas (3) / Panels and Veneers	4.317,6 m ³ ssc	Tableros y chapas 3.113,0 m ³	53%	47%
 Postes y Polines / Posts and Poles	285,8 m ³	Postes y Polines 285,8 m ³	88%	12%

Fuente: Elaboración propia en base INFOR

Como se destaca en la tabla N°3, el principal consumo de trozas se presenta a nivel de madera aserrada, siendo muy importante para el sector interno, dado que un alto porcentaje de las trozas para madera aserrada queda en el país, pero de igual forma la cantidad exportada alcanza un porcentaje de 31%, que no deja de ser relevante.

2.2.1. Participación de los Trozos Aserrables de pino radiata en Chile.

Según los autores Park y Leman (1983), la calidad de la troza depende del tamaño del trozo, el cilindrado con defectos, la altura de poda, rectitud y la incidencia aleatoria de cualquier

defecto. De acuerdo con esto se hace necesario una caracterización de las trozas, ya que existen variables que tienen relación con el aprovechamiento del volumen libre de defectos.

Es como la caracterización de las trozas se puede dividir en externas e internas:

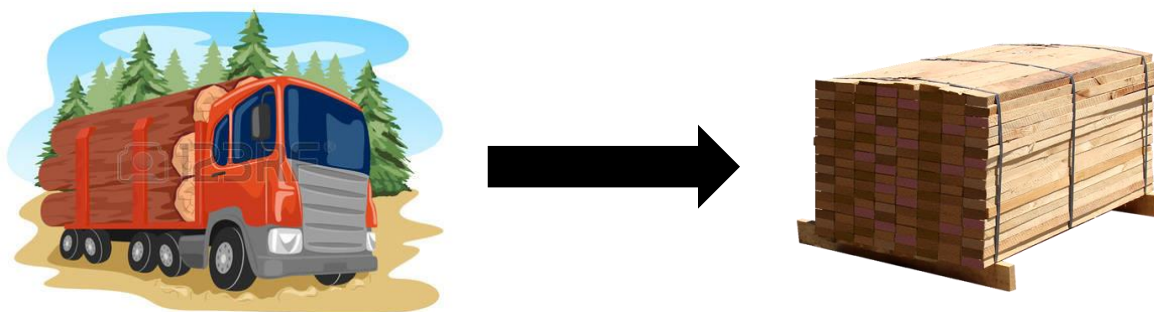
Características externas: Se refiere a las variables externas que influyen en la conversión y recuperación de madera de calidad, como es el caso del tamaño de la troza (Mena. 1998)

La misma autora también dice que la flecha del trozo tiene influencia significativa en la conversión y recuperación de madera de calidad.

Características Internas: Estas características influyen en la calidad de la troza, como los son el diámetro del cilindro con defectos (DCD), la profundidad de cicatrización y la sinuosidad de la médula) Mena, 1998)

Los trozos marcan el principio de un proceso sufrido por la madera, como lo muestra la figura N°4, estos pasan por un proceso para luego convertirse en madera aserrada.

Figura 4 Proceso productivo de la madera aserrada de Pino Radiata



Fuente: Anuario 2016 INFOR

El consumo de madera en trozos de Pino radiata ha mantenido un aumento los último 10 años, con excepción del año 2007, dado que su consumo ha sido el mayor en comparación con los otros años (2005-2015), llegando el año 2015 a un consumo de 16.766,8 m3 ssc.

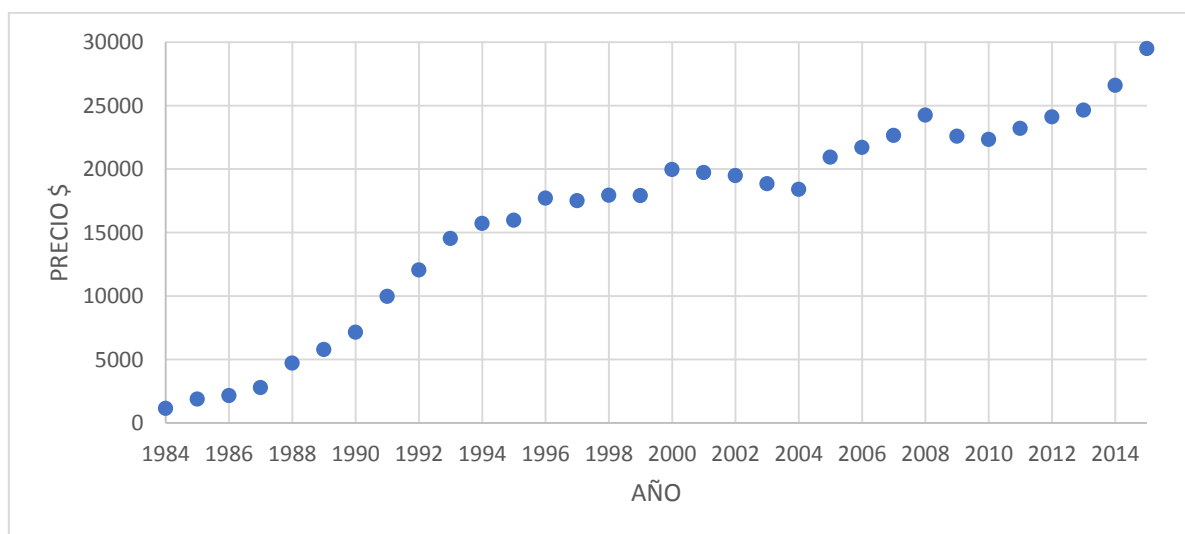
El consumo de madera en trozas por región y tipo de aserradero para el año 2015, destaca en los aserraderos permanentes la región del Biobío con un 53% aprox. del total de troza de pino Radiata (15.403.896 m3 ssc total v/s 8.198.791 VIII región), seguido de la VII región con

3.879.544 m³ ssc representado por el 25% del total, y finalmente en tercer lugar se encuentra la IX región de la Araucanía 1.674.149 con un 11% del total de las trozas.

El consumo de madera en trozos en la Industria forestal primaria alcanzó a 43,6 millones m³ en el año 2015, registrando un incremento de 2,5% respecto al 2014, en línea con la variación en los niveles de producción que alcanzaron los principales rubros, como lo es la industria del aserrio con un 4,7% (16.421,3 m³ ssc). Este crecimiento en la madera aserrada en más de 370 mil m³ se distribuyó en un 63,8% en los aserraderos de tipo permanente y un 36,2% en los aserraderos móviles. Destacando un aumento también en los dos tipos de aserrados, los permanente a 452 unidades productivas y los móviles a 637 unidades productivas. (INFOR)

Con respecto al precio de las trozas aserrables de pino radiata, es posible observar por medio de la figura N°5 que desde el año 1984 en adelante los precios nominales se han mantenido en un alza constante, exceptuando algunos años como 1998, 2004 y 2009 donde el precio experimentó una leve baja, marcado principalmente por sucesos ocurrido en el exterior del país.

Figura 5 Precio trozas aserrables en miles de m³



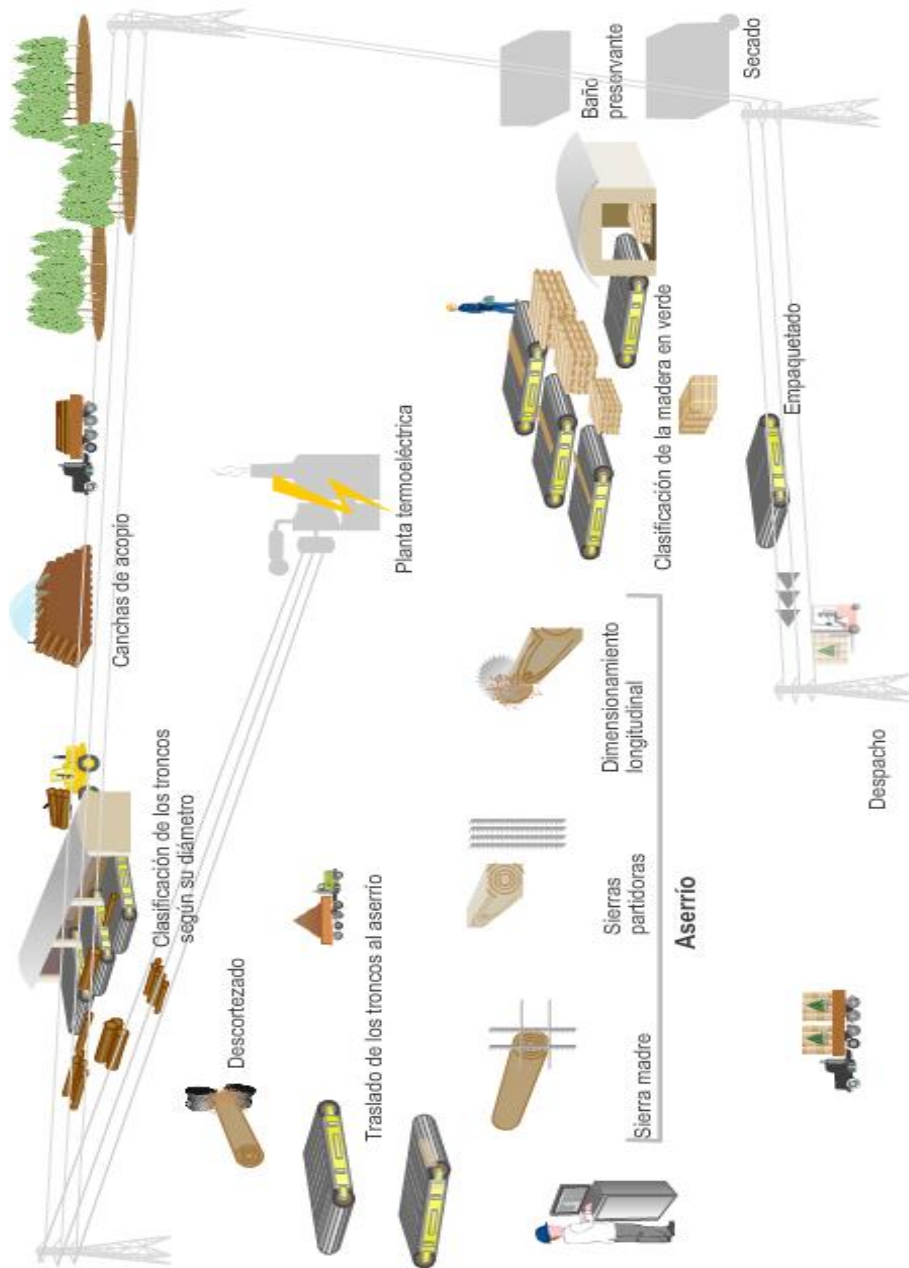
Fuente: elaboración propia en base a INFOR

2.3. Caracterización del Mercado de Madera Aserrada de pino radiata en Chile.

La madera aserrada es utilizada en la construcción, en partes interiores de las edificaciones, y para generar productos de mayor valor agregado, tales como molduras, piezas y partes de muebles, embalajes (como cajas de madera para frutas de exportación), parte interior de tableros y chapas, postes y polines. Un subproducto de esta industria son las cortezas y astillas, las cuales también sirven como materia prima para la obtención de pulpa y celulosa. (Hermoso, E., Fernández-Golfín, J., Conde, M., Troya, M. T., Mateo, R., & Cabrero, J., 2015)

2.3.1. Participación de la Madera Aserrada en Chile.

Figura 6 Proceso de la madera Aserrada



Fuente: Anuario 2016 INFOR

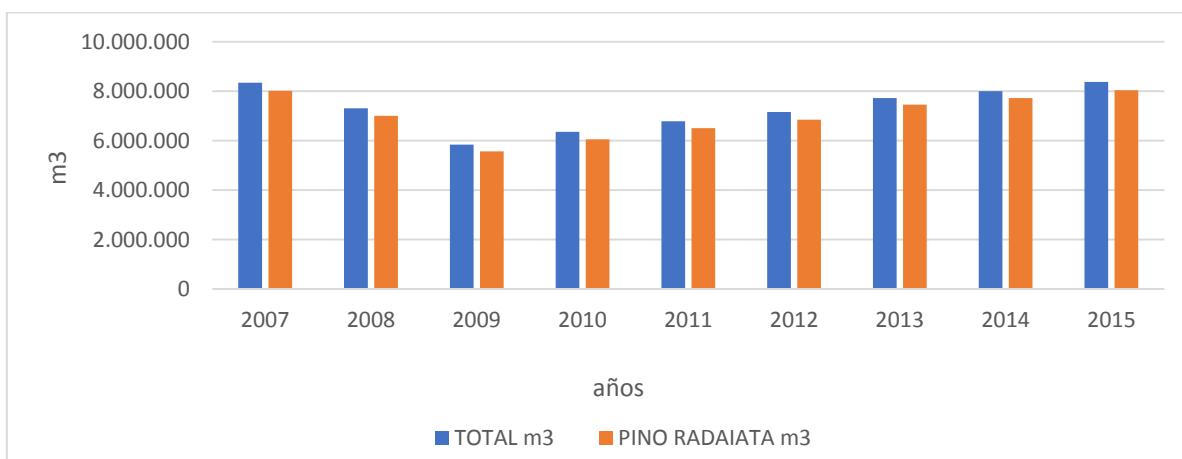
El proceso de obtención de madera aserrada se describe en la figura 6. El aserrío de las trozas comienza con la corta en su mayor longitud recta admisible con una sierra troncadora, cargándola luego en el carro de la sierra principal y colocándola de forma que el aserrador pueda efectuar un tipo de aserrío que permita la máxima producción de madera aserrada con el mínimo de desperdicio. El plan de corte está en función en buena parte de la dimensión y de las condiciones de la troza, así como de las necesidades del mercado por lo que respecta al ancho y espesor de la madera aserrada.

La madera aserrada que no se vende verde se seca al aire o en horno, mejorando de esta forma su comerciabilidad. Al secar y reducir el contenido de humedad a un nivel aceptable aumenta su valor por el hecho de que la madera resulta estabilizada en sus dimensiones y mejora su resistencia y color; también bajan los costos de transporte al reducirse su peso.

Como el secado en horno de la madera aserrada consume un 70-90 por ciento de la energía total consumida en el proceso de aserrío, cada día se convierte en una práctica más universalmente aceptada en la industria de los aserraderos el utilizar sus residuos como fuente de combustible, cuyo valor energético puede incluso constituir un excedente respecto de las necesidades del aserradero. (FAO, 2004)

Como destaca INFOR en la revista “La Industria del Aserrío 2015”, 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 y 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, en el año 2009, para luego retomar su crecimiento en los años posteriores. 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 (ver figura 7)

Figura 7 Producción de madera aserrada

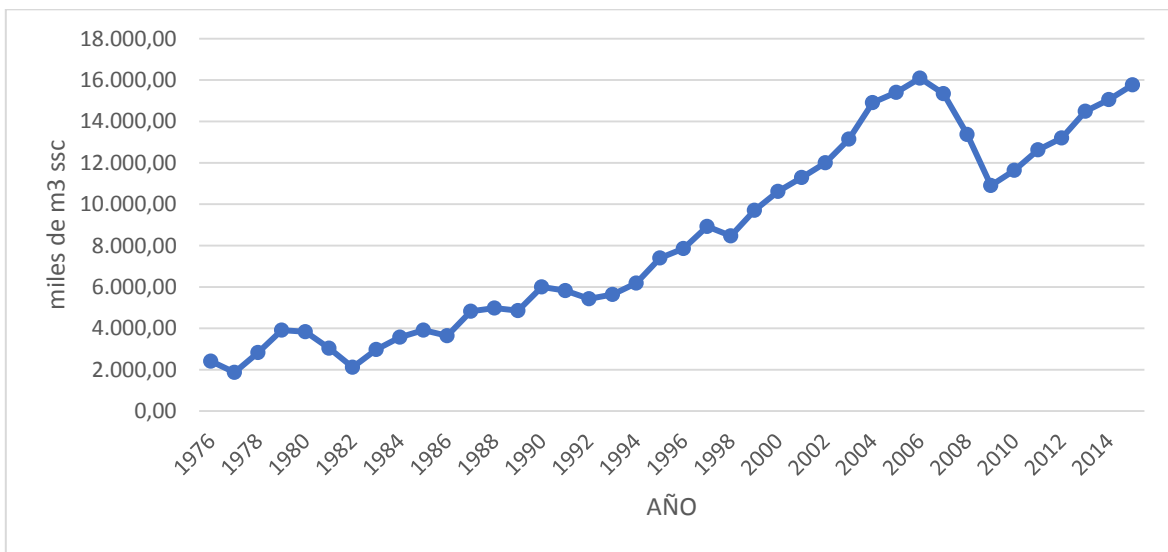


Fuente: Elaboración propia en base a INFOR, anuario forestal año 2016

Como se destaca en la figura anterior, el año 2015 la producción de madera aserrada alcanzó los 8.372.219 m³, representando un crecimiento anual de 4,7%. Destacando que hace más de una década, la industria del aserrío se sustenta principalmente del uso del pino radiata, quien tiene una participación del 95% de la producción nacional, con 8.038.440 m³.

A continuación, se observa en la figura N^o8 el gradual crecimiento del consumo de madera aserrada de Pino radiata desde el año 1976, hasta el año 2006, desde cuando el consumo experimenta una caída hasta marcar su nivel más bajo el año 2009, debido principalmente a la crisis subprime. Los años siguientes el consumo se recupera y mantiene una tendencia al alza.

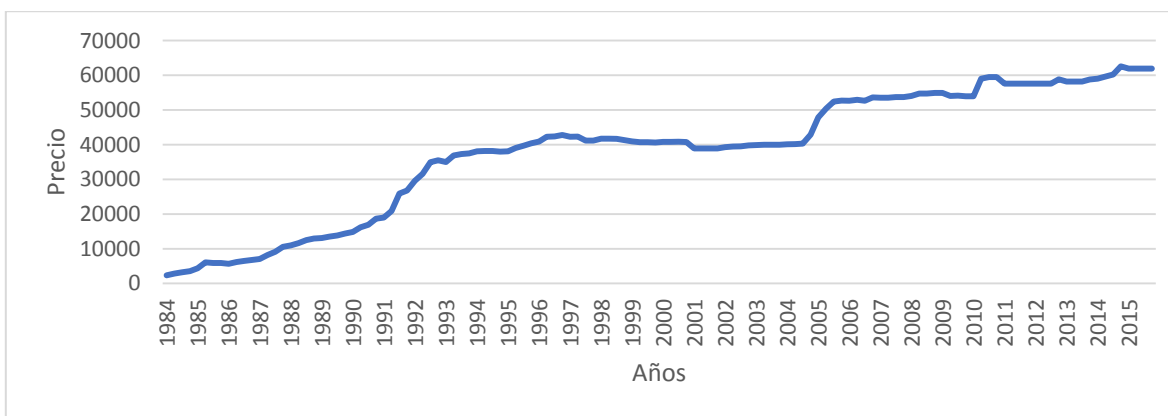
Figura 8 Consumo de madera aserrada



Fuente: Elaboración propia en base a INFOR

En cuanto al precio de la madera aserrada se puede observar por medio del gráfico N°9 un aumento gradual con el paso de los años. Desde el año 1984 hasta 1993 los precios muestran una clara tendencia positiva. Entre los años 1993 y 2005 los precios cambiaron su tendencia positiva a una más plana, manteniendo los precios en un mismo nivel prácticamente todo el periodo. Luego entre los años 2005 y 2006 se produce un gran salto en los precios para luego presentar una tendencia levemente positiva.

Figura 9 Precio Madera Aserrada



Fuente: elaboración propia en base a INFOR 2016.

3. Capítulo 3 Metodología

3.1. Metodología

3.1.1. 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 los trozos aserrables, y madera aserrada de Pino Radiata desde el año 1984 hasta el año 2016. La investigación consistió, primero en un análisis 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 el mercado forestal nacional es en qué medida han ido variando los precios año a año, y que influencias han modificado o han mantenido los precios de la Industria. Esta investigación corresponde a la segunda etapa de un estudio sobre la transmisión de precios entre los principales productos forestales chilenos. La primera parte analiza descriptivamente y estadísticamente los precios de productos forestales chilenos e internacionales, estimando modelos ARIMA para explicar su generación y realizar pronósticos, mientras que esta segunda parte se concentra en el análisis descriptivo y estadístico de un par de productos forestales chilenos, de la especie Pino radiata, dado que esta especie es una de las más destacadas en la explotación y comercio nacional e internacional.

En esta segunda parte se utilizan modelos VAR, para analizar la relación que existe entre las distintas derivaciones obtenidas del Pino Radiata.

3.1.2. Fuentes de información.

Este estudio se enmarca en una investigación de información obtenida en la base de datos del Instituto Forestal (INFOR) y la Corporación Chilena de la madera (CORMA). Basada en los precios de los años 1984 a 2016 de la especie Pino Radiata en sus 2 clasificaciones principales, trozas aserrables y madera aserrada del mercado nacional.

A través del Instituto Forestal 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 de gran utilidad que se utilizó para la recopilación de información fue la Corporación Chilena de la Madera (CORMA). A través de CORMA se obtuvo información sobre los mercados de trozas y madera aserrada y su aporte a la economía del sector y nacional.

Otras fuentes fueron La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) y diferentes revistas y publicaciones científicas.

3.2. Métodos de recolección de información.

La recolección de los datos utilizados 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 de series de tiempo, con el cual se pudieron determinar puntos o periodos especificados influyentes 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 de Pino Radiata para la realización de esta investigación se recopilaron 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.

El análisis se realizó en base a los precios nacionales de las trozas aserrables de Pino Radiata y madera aserrada de la misma especie. Los precios nacionales de las distintas clasificaciones de la madera de Pino Radiata se obtuvieron de los anuarios forestales de INFOR.

3.3. Métodos de análisis de datos.

El método de análisis de datos comienza con el análisis descriptivo de las series de tiempo, con el fin de observar el comportamiento de los precios de la madera de Pino Radiata en el transcurso de los años, y ser capaces de determinar a través de los distintos test y análisis estadísticos la estructura 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 1984 al 2016.

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 (Jaramillo, P. 2009).

En cuanto al método econométrico utilizado para analizar los precios de la madera de Pino Radiata, se estudió la estacionariedad de las series, mediante test de raíz unitaria, la cointegración y la estimación de los modelos VAR.

Tanto el análisis descriptivo como el análisis econométrico de los precios serán realizados con el programa R.

3.4. Conceptos sobre los Enfoques del estudio

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

3.4.1. 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. (Villavicencio, J., 2010)

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.

3.4.2. 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 $[Y(t_1), Y(t_2), \dots, Y(t_n)]$ es la misma que la distribución conjunta de $[Y(t_1+k), Y(t_2+k), \dots, Y(t_n+k)]$ 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 $[T_i]$ debiera depender solamente de la 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:** $Y_k = E[Y_t - \mu](Y_{t+k} - \mu)$.

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.

3.4.3. 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:

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

Donde $Y = (1-p)$ y $H_0: Y = 0$ vs $H_a: Y < 0$. 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 $Y = 0$ 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:

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 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.

- **Test con Cambio estructural:**

El test Zivot-Andrews [ZA] y Elliott, Rothenberg & Stock [ERS] parten de la premisa que las variables tienen cambios estructurales, dado que los test anteriormente vistos, no contemplan dichos cambios. Esto podría afectar los resultados, como ejemplo, se toma toda una serie de tiempo y se analiza, la cual podría arrojar que posee raíz unitaria, sin embargo, aislando la serie de tiempo de dichos cambios estructurales y analizándola, podría dar como resultado que no tiene raíz unitaria. Es por ello que se utiliza este test para considerar dichos cambios en la pendiente o en la constante según el modelo escogido.

3.4.4. Test de Cointegración

- Johansen:

El procedimiento multivariante desarrollado a partir de Johansen (1988) construye variables cointegradas directamente en la estimación de máxima verosimilitud en lugar de confiar en la estimación OLS. Este procedimiento se basa en gran medida en la relación entre el rango de una matriz y sus raíces características. Johansen obtuvo la estimación de máxima verosimilitud utilizando pruebas secuenciales para determinar el número de vectores de cointegración. Su método se puede ver como un enfoque de generación secundaria en el sentido de que se basa directamente en la máxima verosimilitud en lugar de confiar parcialmente en los mínimos cuadrados. De hecho, el procedimiento de Johansen no es más que una generalización multivariada de la prueba Dickey-Fuller. En consecuencia, él propone dos diferentes pruebas de razón de verosimilitud, la prueba de rastreo y la prueba de autovalores máximos.

Este procedimiento es un método de prueba de cointegración vectorial. Tiene la ventaja sobre el Engle-Granger y los métodos de Phillips-Ouliaris en que puede estimar más de una relación de cointegración, si el conjunto de datos contiene dos o más series de tiempo. En la literatura, estudios sobre el procedimiento de Johansen incluyen el debate entre los economistas de la energía sobre la relación entre el uso de energía y el crecimiento de la producción ha llevado a la aparición de muchos puntos de vista. Una investigación sobre la

interacción causal entre el consumo de energía y el crecimiento de la producción para Canadá fue realizada por Khalifa y Sakka (2004). Utilizaron propiedades de series de tiempo para desarrollar un modelo vectorial de corrección de errores (VECM) para evaluar cointegración multivariante y causalidad de Granger. Los resultados empíricos de este análisis indicaron que el crecimiento del producto, el capital, el trabajo y el uso de energía comparten dos tendencias estocásticas comunes. En particular, se encontró que el crecimiento de la producción y el uso de energía se movían juntos en una relación de largo plazo estable de equilibrio, es decir, consistente con la causalidad que se ejecuta en ambas direcciones. Masih (1996) utilizaron el análisis de cointegración de Johansen para estudiar la relación entre el uso de la energía y el producto interno bruto (PIB) en un grupo de seis países asiáticos, incluyendo India, Pakistán.

- **Engle-Granger:**

Engle & Granger (1987), la regresión de series no estacionarias en otras series puede producir fallas en la regresión. Si cada variable de los datos de series de tiempo está sujeta al análisis de raíz unitaria y se encuentra que todas las variables están integradas de orden uno, $I(1)$, entonces contienen una raíz unitaria. Hay una posibilidad de que la regresión aún pueda ser significativa (es decir, no espuria) siempre que las variables sean cointegrantes. Para determinar si las variables cointegran, la ecuación de regresión de mínimos cuadrados es estimada y los residuos (el término de error) de la ecuación de regresión están sujetos el análisis de raíz unitaria. Si los residuos son estacionarios, es decir $I(0)$, significa que las variables bajo el estudio se cointegran y tiene una relación a largo plazo o de equilibrio. En el procedimiento de estimación de dos pasos, Engle-Granger consideró el problema de probar la hipótesis nula de no cointegración entre un conjunto de variables mediante la estimación de t coeficiente estadístico de una relación entre variables económicas utilizando el MCO y aplicando pruebas de raíz unitarias bien conocidas a los residuos para probar la estacionariedad. Rechazar la hipótesis nula de una raíz unitaria es evidencia en favor de la cointegración. (Enders, W., Granger, C.W.J., 1998)

En la literatura, hay una serie de estudios que aplican la estimación en dos pasos del procedimiento de Engle-Granger. Un resumen de algunos de ellos es el estudio de Lee (1993)

aplicó el procedimiento de estimación en dos pasos similar al utilizado por Engle y Granger para examinar las relaciones de cointegración entre el consumo total y el ingreso en datos japoneses de enero de 1961 a abril de 1987 (Engle, R.F., Granger, C.W.J., 1987). Este estudio investigó si la calidad de vida en los ingresos se integra con la del consumo e identifica las razones en apoyo de la relación de cointegración empírica. Los resultados indicaron que la serie de ingresos y consumo se integran de orden uno tanto en la frecuencia de largo plazo (anual) como en la de corto plazo (estacional).

Los resultados indicaron además que las series de ingresos y consumo son no estacionarias y que el patrón estacional tiene una variación significativa durante el período, aunque el patrón estacional para el consumo fue más regular.

- **Phillips-Ouliaris:**

Phillips y Ouliaris (1990) introdujo dos pruebas basadas en residuos, la prueba de razón de varianza y las estadísticas de rastreo multivariante.

Estas pruebas basadas en residuos se usan de la misma manera que las pruebas de raíz unitaria, pero los datos son residuos de la regresión de cointegración. Estas pruebas buscan probar una hipótesis nula de no cointegración contra la alternativa de la presencia de cointegración utilizando pruebas de raíz unitaria aplicadas a los residuos.

En la literatura, no hay estudios directamente relacionados con la aplicación de la prueba de cointegración de Phillips-Ouliaris solamente. Sin embargo, hay algunos estudios en los que se ha probado la cointegración utilizando otras técnicas, incluidos los métodos de Phillips-Ouliaris.

El estudio de Cancer (1998) desarrolló la teoría asintótica para pruebas basadas en residuos y cuasi-pruebas de razón de verosimilitud para la cointegración bajo el supuesto de errores de varianza innata. Él extendió los resultados de los métodos de Phillips-Ouliaris, que se derivaron bajo el supuesto de errores integrables También investigó si los métodos de Phillips-Ouliaris son robustos para infinita variabilidad de errores. Los resultados mostraron

que, independientemente del índice de estabilidad, las pruebas son más robustas para infinita variabilidad de errores de varianza, que las pruebas basadas en la razón de verosimilitud.

Los modelos teóricos de fijación de precios al mercado sugieren que el perfil de la exposición económica puede ser asimétrica entre períodos cuando la tasa de cambio real se aprecia y es simétrica entre períodos cuando se deprecia. Esta hipótesis fue probada utilizando datos de series de tiempo sobre precios de exportación para ocho productos básicos exportados del Reino Unido a los Estados Unidos durante el período 1981 hasta 1988 (Kanas, 1997). Durante este período, hubo una depreciación real a largo plazo del libra contra el dólar seguido de una apreciación real a largo plazo desde febrero de 1985 hasta abril de 1988. Kanas (1997) probó la cointegración entre el precio de exportación de cada producto y el tipo de cambio real aplicando los métodos de Phillips-Ouliaris. Los resultados en general, estaban a favor de esta hipótesis.

3.4.5. Modelos Vectoriales Autorregresivos (VAR)

Este modelo tipo vector autoregresivo (VAR) fue desarrollado por Sims (1980) y se utiliza cuando queremos caracterizar las interacciones simultáneas entre un grupo de variable. (Alfonso Novales, 2014)

El modelo VAR es muy útil cuando existe evidencia de simultaneidad entre un grupo de variables, y que sus relaciones se transmiten a lo largo de un determinado número de periodos. Al no imponer ninguna restricción sobre la versión estructural del modelo, no se incurre en los errores de especialización que dichas restricciones pudieran causar al ejercicio empírico. De hecho, la principal motivación detrás de los modelos VAR es la dificultad en identificar variables como exógenas, como es preciso hacer para identificar un modelo de ecuaciones simultáneas.

$$\begin{aligned}
 y_{1t} &= \beta_{10} + \beta_{11}y_{1t-1} + \beta_{12}y_{2t-1} + u_{1t} \\
 y_{2t} &= \beta_{20} + \beta_{21}y_{1t-1} + \beta_{22}y_{2t-1} + u_{2t}
 \end{aligned}$$

Este es un modelo de ecuaciones simultáneas con la única peculiaridad de que sus dos variables son endógenas.

El modelo VAR puede interpretarse como la forma reducida de un modelo estructural dinámico como el modelo del que partimos.

Algunas consideraciones sobre la estimación de un modelo VAR:

- Como puede verse, en un modelo VAR todas las variables son tratadas simétricamente, siendo explicadas por el pasado de todas ellas. El modelo tiene tantas ecuaciones como variables, y los valores retardados de todas las ecuaciones aparecen como variables explicativas en todas las ecuaciones.

- Una vez estimado el modelo, puede procederse a excluir algunas variables explicativas, en función de su significación estadística, pero hay razones para no hacerlo. Por un lado, si se mantiene el mismo conjunto de variables explicativas en todas las ecuaciones, entonces la estimación por mínimos cuadrados ordinarios ecuación por ecuación es eficiente, por lo que el proceso de estimación del modelo es verdaderamente sencillo. Por otro, la presencia de bloques de retardos como variables explicativas hace que la colinealidad entre variables explicativas sea importante, lo que hace perder precisión en la estimación del modelo y reduce los valores numéricos de los estadísticos tipo t de Student. Por tanto, no es buena estrategia proceder en varias etapas, excluyendo del modelo las variables cuyos coeficientes resultan estadísticamente no significativos, por cuanto que esto puede ser consecuencia de la colinealidad inherente al modelo.

- En el modelo VAR pueden estimarse con bastante precisión los elementos globales del modelo, como el R²; la desviación típica residual, y los mismos residuos, o el efecto global de una variable sobre otra, lo que se resume en los contrastes de causalidad que veremos más adelante. Sin embargo, no cabe hacer interpretaciones de coeficientes individuales en distintos retardos, ni llevar a cabo contrastes de hipótesis sobre coeficientes individuales.

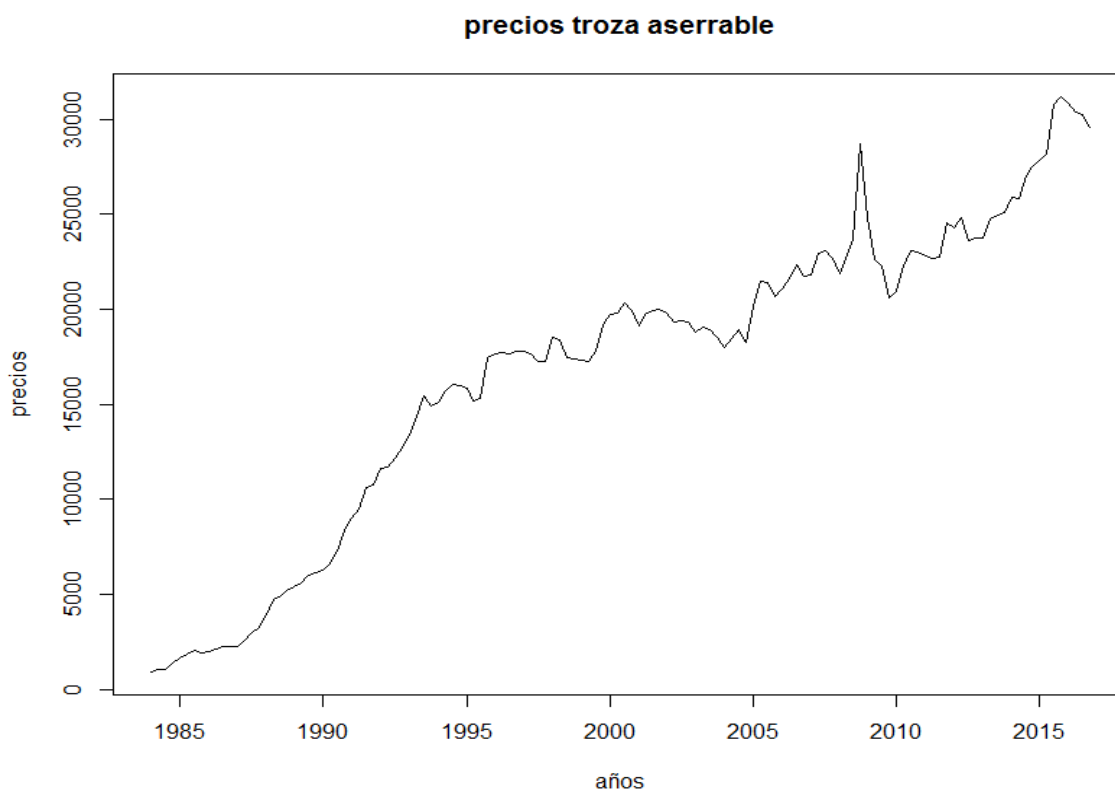
4. Capítulo 4: Análisis de datos

4.1. Análisis de datos

En este capítulo se analizan las series de tiempo de precios de las trozas aserrables, madera aserrada de la especie Pino Radiata, desde un punto de vista descriptivo y econométrico. Se contrasta si las series corresponden a procesos estocásticos estacionarios, para luego generar modelos vectoriales autorregresivos de cada una de las series.

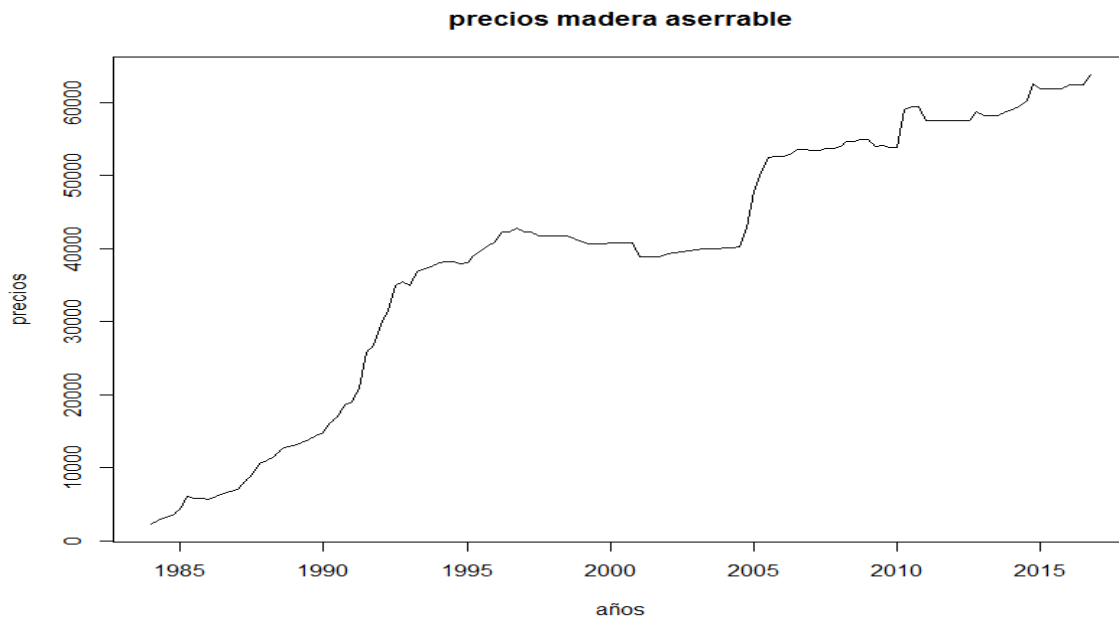
4.1.1. Análisis de precios

Figura 10 Precio trozas aserrable



Fuente: Elaboración propia en base a INFOR 2016, salida de R (plot)

Figura 11 Precio Madera aserrable



Fuente: Elaboración propia en base a INFOR 2016, salida de R (plot)

Los gráficos observados anteriormente muestran la relación precio CLP\$/m³ y años, mostrando una clara tendencia al alza por parte del precio de todas las derivaciones del Pino Radiata, con distintas variaciones en cada año continuo, no obstante, siempre manteniendo el precio al alza. El cambio observado en cada serie se explica en el capítulo 2 con mayor detalle.

4.1.2. Estacionariedad de los Precios de la Troza aserrable y Madera Aserrada Chilena

En primer lugar, para analizar la estacionariedad se tuvieron que homogeneizar los datos, todos los precios se han expresado en pesos. Para ello, se utilizó el tipo de cambio dólar americano con respecto al peso. En segundo lugar, cabe mencionar que las series se deberían transformar a logaritmo, pero no es este caso, dado que se hicieron pruebas de transformación con el test `BoxCox.lambda()` desde el paquete R `forecast` de Hyndman (2017) y se encontró que los precios de la madera aserrada no necesitaban una transformación, pero si se podía

hacer la transformación en los precios de las trozas. Así que, para trabajar de forma similar se utilizaron en su forma original.

Test utilizado: BoxCox.lambda()

Para contrastar la estacionariedad de las series de precios, se utilizará los test de raíz unitaria Dickey-Fuller aumentado utilizando Trend y Drift, Test KPSS y Elliot-Rothenberg-Stock test. A continuación se muestran las salidas del programa R con los resultados de los test anteriormente mencionados.

Tabla 4 Estacionariedad

	ADF	KPSS	ERS	Conclusión
	Tendencia		df-gls	
Troza Aserrable	-2,2301	1,0812	-1,3679	I(1)
	<i>Valores criticos</i>			
1%	-3,9900	0,2160	-3,4600	
5%	-3,4300	0,1460	-2,9300	
10%	-3,1300	0,1190	-2,6400	
	Constante		p-test	
Troza Aserrable	-1,1929		16,5736	I(1)
	<i>Valores criticos</i>			
1%	-3,4600		4,0500	
5%	-2,8800		5,6600	
10%	-2,5700		6,8600	
	ADF	KPSS	ERS	Conclusión
	Tendencia		df-gls	
Madera Aserrada	-1,7074	0,9173	-1,5156	
	<i>Valores criticos</i>			
1%	-3,9900	0,2160	-3,4600	

5%	-3,4300	0,1460	-2,9300	
10%	-3,1300	0,1190	-2,6400	
	Constante		p-test	
Madera Aserrada	-1,6551	5,9608	21,6896	I(1)
	<i>Valores criticos</i>			
1%	-3,4600	0,7390	4,0500	
5%	-2,8800	0,4630	5,6600	
10%	-2,5700	0,3470	6,8600	

Fuente: elaboración propia en base a resultados obtenidos en programa estadístico R.

La tabla N°5 indica lo siguiente:

- El test Dickey Fuller muestra para la Troza aserrable y madera aserrada un valor estadístico superior a los valores críticos, por lo que se rechaza la Hipótesis Nula (H0) de no estacionariedad, por lo que la serie es estacionaria.
- El test KPSS por medio del programa estadístico R entrega valores estadísticos mayores a los valores críticos para troza y madera aserrable, por lo que se rechaza la Hipótesis Nula (H0) de estacionariedad, siendo la serie no estacionaria. Es por esto que la serie se diferencia, siendo ahora integrada de orden 1.
- El último test de estacionariedad utilizado en la serie de precios es el Elliot-Rothenberg-Stock, el cual dice que:

Df-gls H0=no estacionariedad

p-test H0= estacionariedad

Los resultados muestran que las series son no-estacionarias y que al diferenciarlas se transforman en estacionarias.

Dado que los test muestran Resultados contradictorios, el test ADF indica que las series son estacionarias, mientras que los test KPSS y el Elliot-Rothenberg-Stock muestran las series como no estacionarias. Considerando que dos test muestran que la serie es no estacionaria, y que tienen más poder que el test ADF, consideramos entonces que las series son no estacionarias.

4.1.3. Análisis de Cointegración

Para realizar el análisis de cointegración se van a considerar tres aproximaciones para comprobar la cointegración de las series utilizadas. Test Johansen, test Engle Granger y Philips Oularis.

A continuación, se presentan los resultados de los tres test.

Tabla 5 Test Johansen

Type	Ecdet	K	Spec	r=0	r<=1	
trace	Trend	2	transitory	16,86	4,47	
<i>Valores Críticos</i>						
				1%	30,45	16,26
				5%	25,32	12,25
				10%	22,76	10,49
trace	none	2	transitory	13,79	2,83	
<i>Valores Críticos</i>						
				1%	23,52	11,65
				5%	17,95	8,18
				10%	15,66	6,50
Eigen	Trend	2	transitory	12,39	4,47	
<i>Valores Críticos</i>						
				1%	23,65	16,26
				5%	18,96	12,25
				10%	16,85	10,49
Trace	trend	2		16,86	4,47	
<i>Valores Críticos</i>						
				1%	30,45	16,26
				5%	25,32	12,25
				10%	22,76	10,49

Fuente: elaboración propia en base a resultados obtenidos en programa estadístico R.

El test Johansen muestra resultados confusos, inclinándose más a la hipótesis de que no hay cointegración, dado que la hipótesis nula de $r=0$ es de no cointegración, mientras que la de $r \leq 1$ es de cointegración.

Los resultados obtenidos muestran un $r=0$ menor a los valores críticos, por lo que se acepta H_0 de no cointegración. Pero, también se encuentra el caso de un $r \leq 1$ menor a los valores críticos, aceptando también su hipótesis de cointegración. Ambos casos muestran una contradicción para el modelo, por lo que no se puede decir que el modelo está cointegrado.

Tests Engle-Granger

Tabla 6 Test Engle-Granger

	DFA	Conclusión
Res Tras~mad	-3.0288	Según DF los residuos son estacionarios, por lo que hay cointegración
Res mad~tras	-3.0576	Según DF los residuos son estacionarios por lo que hay cointegración
Valores Críticos		
1%	-2.58	
5%	-1.95	
10%	-1.62	

Fuente: elaboración propia en base a resultados obtenidos en programa estadístico

El test Engle-Granger muestra dos relaciones, la troza explicada por la madera aserrada y la madera aserrada explicada por la troza aserrable. Cada relación con su respectivo valor estadístico sujeto al valor de los residuos, siendo este mayor al 1%, 5% y 10%, por lo que se rescata que si hay cointegración entre las relaciones.

La Hipótesis nula es No estacionariedad, en este caso se rechaza la H_0 , siendo los residuos estacionarios y existe cointegración.

Tabla 7 Test Philips-Oularis

	Cons y Pu	Tend y Pu	Cons y Pz	Conclusión
Tras ~ mas	27.7756	33.1593	32.8089	No existe una cointegración
Valores Críticos				
1%	48.0021	65.1714	71.9273	
5%	33.713	48.8439	55.2202	
10%	27.8536	41.2488	47.5877	

Fuente: elaboración propia en base a resultados obtenidos en programa estadístico

El test Philips-Oularis tiene como Hipótesis nula (H_0) no cointegración, mientras que su hipótesis alterna (H_1) cointegración.

Los valores estadísticos para la relación entre la troza aserrable y madera aserrada son menores a los valores críticos (1%, 5% y 10%), por lo que se acepta la Hipótesis nula de no cointegración.

Finalmente se puede resumir que los test utilizados no entregan un resultado claro y conciso, dado que el Johansen se divide entre cointegración y no cointegración, mientras que el test de Engle-Granger dice que si existe cointegración, pero el último test utilizado de Philips-Oularis dice que no existe cointegración. Considerando lo anterior y tomando en cuenta que las series son integradas de orden uno $I(1)$, se decide utilizar el Modelo Vectorial de autoregresión (VAR) con las series diferenciadas.

4.1.4. Modelo Vectorial de Autoregresión (VAR)

A continuación, se estima el modelo VAR utilizando las series de precios de trozas y madera aserrada de Pino Radiata. Mediante los criterios de información de Akaike (AIC), criterio de información de Hannan y Quinn (HQ), criterio de información bayesiana de Schwarz (SC) y el error de predicción final de Akaike (FPE), se determinó que el número óptimo de rezagos es 1. Por lo tanto, el modelo es un VAR(1) y se puede describir de la siguiente forma.

$$Y_t = B_{10} + B_{11}Y_{t-1} + B_{12}X_{t-1} + E \quad (1)$$

$$X_t = B_{20} + B_{21}Y_{t-1} + B_{22}X_{t-1} + E \quad (2)$$

Donde:

(1)

Y_t : precios diferenciados de la troza aserrable

B_0 : constante

Y_{t-1} : precio troza aserrable un periodo de rezago

X_{t-1} : precio madera aserrada un periodo de rezago

E : error

(2)

X_t : precios diferenciados de la madera aserrable

B_0 : constante

Y_{t-1} : precio troza aserrada un periodo de rezago

X_{t-1} : precio madera aserrada un periodo de rezago

E : error

El modelo estimado es el siguiente:

$$(1) Y_t: 164.36030426 - 0.03399341Y_{t-1} + 0.13682933X_{t-1}$$

$$P\text{-value: } 0,0514 \quad 0,7120 \quad 0,0769$$

$$(2) X_t: 296.73844050 + 0.04140613Y_{t-1} + 0.35155376X_{t-1}$$

$$P\text{-value: } 0,00207 \quad 0,69045 \quad 8.6e-05$$

La primera ecuación del precio de la troza aserrable (Y_t) está explicada según el p-value obtenido por el precio de la madera aserrada un periodo atrás (X_{t-1}), pero no por su mismo

precio Y_{t-1} . Al igual que la segunda ecuación de la madera aserrable, la cual se explica por ella misma un periodo atrás (X_{t-1}).

Diagnóstico del Modelo VAR(1)

Estabilidad: las raíces características encontradas 0,3657 y 0,04816 son menores a 1 por lo que nos indica que el modelo es un modelo estable.

Autocorrelación: Con el test Portmanteau Multivariada se obtuvo un p-value de 0,203 el cual es mayor al 5%, por lo que se acepta la hipótesis nula de no autocorrelación.

Normalidad: La normalidad del modelo se obtuvo por medio del test JB-test (Jarque_Bera) el cual entrega un p-value de $<2.2e-16$, menor al 5%, por lo que se rechaza hipótesis nula de normalidad.

Prueba de Causalidad de Granger

	p-value	Conclusión
Tras~mad	0.07695	Es granger causado
Mad~tras	0.6905	Es granger causado

La la Prueba de Causalidad de Granger muestra la relación entre 2 regresiones, en este caso se habla de la relación de las trozas aserrables y la madera aserrada.

La Hipótesis Nula (H_0) = No granger causa

Hipótesis Alterna= granger causado

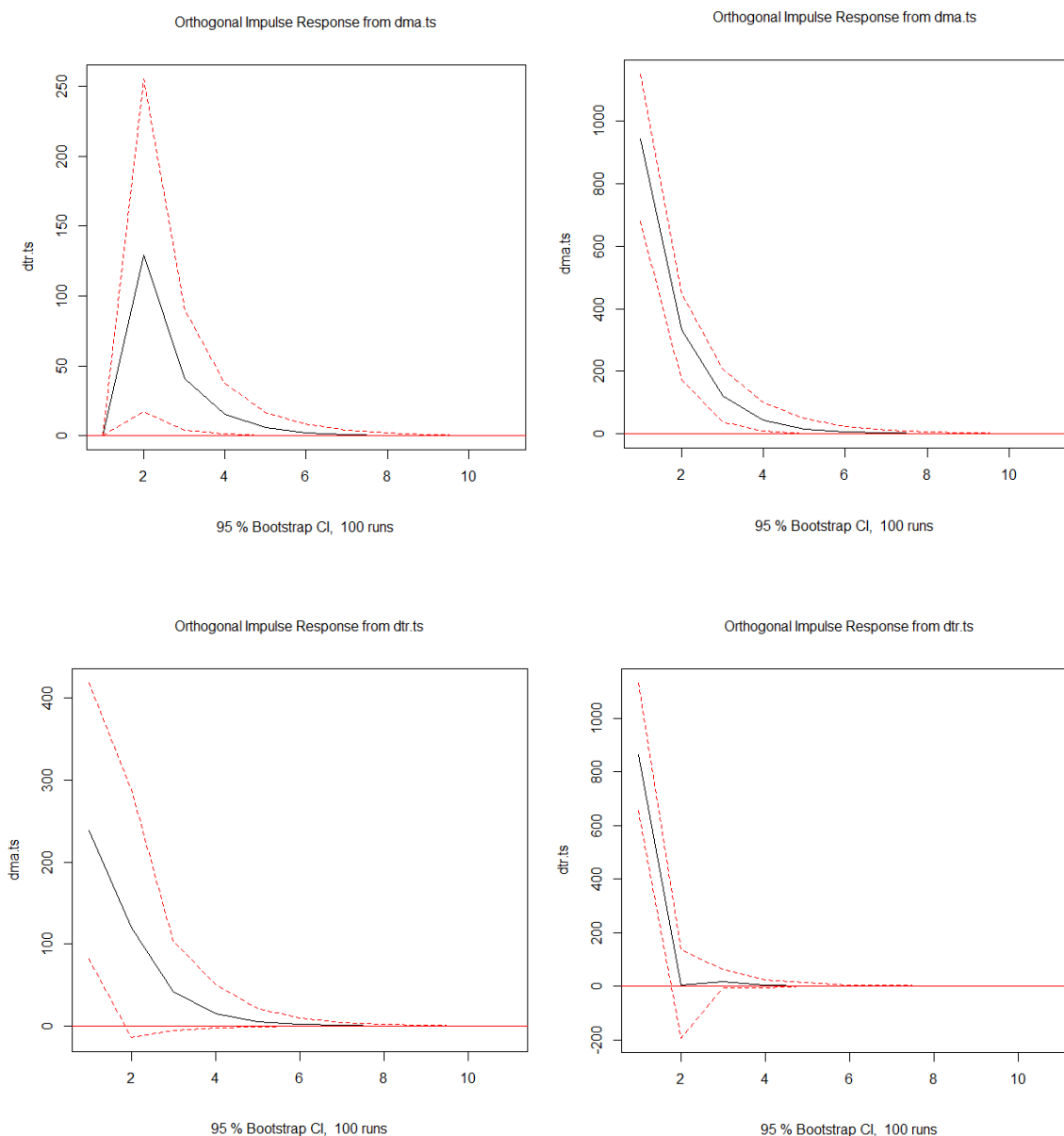
La prueba arroja valores p-value $< 10\%$ para la relación Troza aserrable ~ madera aserrada (Tras~mad), por lo que se rechaza H_0 al nivel de significancia del 10%, lo que quiere decir que los precios de la madera aserrada granger causan los de la troza aserrable.

Mientras que la segunda relación Madera Aserrada~Trozas aserrables (Mad~tras) muestra un valor p muy alto, lo que quiere decir que el precio de la troza aserrable no granger causa los de la madera aserrada.

Función de Impulso Respuesta

Por medio de esta función veremos el efecto que tiene un shock producido en una serie, en otra serie y en sí misma. En el grafico 16, se observa en primer lugar el efecto de un shock en el precio de la madera aserrada en el precio de la troza y en de la madera aserrada. Los dos siguientes muestran el efecto de un shock en el precio de las trozas aserrables.

Figura 12 Impulso respuesta de las variables



Fuente: Elaboración propia en base a resultados de programa estadístico R.

La figura N°16 muestra el Impulso respuesta de las variables ante un shock en el precio de una de ellas:

- La primera figura muestra como un shock en la madera aserrada afecta los precios de la troza aserrable. Se observa un cambio en el precio de las trozas aserrables, donde parte de 0.000 y aumenta en 129.2148 unidades en el período 2, volviendo a su equilibrio aproximadamente en el periodo 7-8.
- La segunda figura presenta el efecto de los precios de la madera aserrada antes la misma, en donde muestra que comienza su shock en 944.3503 unidades, llegando a un equilibrio en el período 8 con 0.7981 unidades.
- La siguiente figura muestra el efecto que tiene un shock en el precio de la troza aserrable en los precios de la madera aserrada. Se observa que su cambio comienza en el periodo 1 con 238.6485 unidades, volviendo a su equilibrio entre el periodo 7 en 0.7580 unidades.
- La última figura muestra el efecto que tiene un shock en los precios de la troza aserrable en el precio de la misma. El cambio parte el periodo uno, con un retorno al equilibrio mucho más corto, marcado en el periodo 2 en 3.3293 unidades. Para luego volver a subir levemente en el periodo tres y retornar al equilibrio en el cuatro.

5. Capítulo 5 Conclusiones

5.1. Conclusión

El tema tratado en esta investigación estudia el mercado forestal chileno y especialmente los precios de una de sus especies más importantes, el Pino Radiata, 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.

A lo largo de la investigación se destaca que la producción forestal chilena se basa principalmente en plantaciones de la especie *pinus radiata* que es la especie en estudio, destacando con el que las mayores superficies de plantaciones forestales están localizadas entre las regiones del Maule y Los Ríos. La más importante es la Región del Bío-Bío.

El sector forestal Chileno da empleo directo a más de cien mil personas, solo de empleo directo, si se incorpora al total el empleo indirecto se llega a la cifra de más de trescientos mil personas.

Las series de precios en la primera parte de la cadena de suministro de la especie Pino Radiata del mercado chileno, particularmente las trozas aserrables y la madera aserrada 1984-2016, muestran que ambas tiene una tendencia claramente positiva en el periodo de estudio.

Las series son no- estacionarias e integradas de orden 1 $I(1)$. Además, no están cointegradas lo que significa que no tienen una relación de equilibrio de largo plazo.

Debido a que los precios no están cointegrados, se justificó la estimación de un modelo VAR de orden 1 del sistema de precios, el cual entregó un análisis de precios de la troza aserrable y el precio de la madera aserrada, ambos precios explicados por el precio de la madera aserrada un periodo atrás.

La cointegración se realizó por medio de los test Johansen, Engle-Granger test y Philips-Oularis test, los cuales arrojaron resultados confusos, mostrando cointegración por parte de 1 test, y los otros dos de no cointegración, por lo que se concluye que la serie es no cointegrada, por lo que se realizó a continuación el Modelo Vectorial de autoregresión (VAR), en donde se diferencian las series.

El Modelo Vectorial de autoregresión (VAR), se utilizó para ver la estacionariedad, autocorrelación y normalidad del modelo, encontrando que es estable, que no tiene autocorrelación y además que el modelo no es normal.

La Prueba de Causalidad de Granger entregó que el precio de la madera aserrada granger causa el de la troza aserrable, mientras que el precio de la troza aserrable no granger causa el de la madera aserrada. Esto estaría en concordancia con la teoría de la demanda derivada.

Dentro del estudio también se aplicó la Función impulso respuesta para ver el efecto que tiene el shock en otra variable y en sí misma. Este arrojó que los shocks producidos en los precios de la troza y la madera aserrable afectan positivamente los precios de las otras y sobre sí mismas.

6. Bibliografía.

1. Alvear, M., (2016) PREDICCIÓN DE PRECIOS DEL CULTIVO DE MAÍZ, A TRAVÉS DE COINTEGRACIÓN CON PRECIOS DE FUTUROS FINANCIEROS EN CHILE, Universidad del Bío-Bío, Chillán.
2. Gysling, A., Álvarez, V., Soto, D., Pardo, E., Toledo, R., Poblete, P., González, P., Bañados, J., (2016). Anuario Forestal. INFOR, 154, 0-184. Recuperado de <http://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2016/Anuario2016.pdf>
3. Acevedo, C., Ramos, M., Aguilera, C., Monsalve, D., (2015). Optimización 3D de patrones de corte para trozas de Pino radiata con cilindro central defectuoso. SCIELO, 17, 1. 14-11-17, De SCIELO Base de datos.
4. CMPC. (2010). Proceso del Aserrío. 04-10-16, de CMPC Maderas Sitio web: http://www.cmpcmaderas.cl/?page_id=36
5. CORMA. (2014). Estudio evalúa aporte económico del sector forestal y exportaciones. 25-09-17, de CORMA Sitio web: <http://www.corma.cl/corma-al-dia/nacional/estudio-evalua-aporte-economico-del-sector-forestal-y-exportaciones>
6. CORMA. (2016, 1 enero). [PERFIL DEL SECTOR FORESTAL]. Recuperado 5 octubre, 2017, de <http://biblioteca.infor.cl/DataFiles/25573.pdf>
7. Barrera D., (2015). Madera aserrada: dinámica productiva y comercio. 12-09-2017, de ODEPA Sitio web: http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1452175965Maderaaserrada.pdf
8. Hermoso, E., Fernández-Golfín, J., Conde, M., Troya, M. T., Mateo, R., & Cabrero, J. (2015). Caracterización de la madera aserrada de Pinus radiata modificada térmicamente. Maderas. Ciencia y tecnología, 17(3), 493-504..
9. Enders, W., Granger, C.W.J., 1998. Unit-root tests and asymmetric adjustment with an example using the term structure of interest rates. Journal of Business & Economic Statistics 16 (3), 304–311.
10. Engle, R.F., Granger, C.W.J., 1987. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. Econometrica 55 (2), 251–276.

11. FAO. (2004). Tendencia en los últimos años y situación actual del sector forestal de Chile. 12-11-17, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/007/j2576s/j2576s05.htm>
12. FAO. (2005). DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN. 15-12-17, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/T0269S/t0269S05.htm#b>
13. Jaramillo, P. (2009). Estimación de VAR bayesianos para la economía chilena. *Revista de análisis económico*, 24(1), 101-126.
14. González, J., Garay, R., Bustamante, F., & Croxatto, P. (2016). COMPARACIÓN DE CLASIFICACIÓN DE MADERA ASERRADA DE PINO RADIATA POR EL METODO SECUENCIAL, ESTRUCTURAL Y SHOP.. *INFOR*, 1, 212-224. Recuperado de <http://biblioteca.infor.cl/DataFiles/18579.pdf>
15. Gysling, A., Alvarez, V., Soto, D., Pardo, E., Toledo, R., Poblete, P., . . . Bañados, J. (2016). Anuario Forestal 2016. *INFOR*, 154, 19-163. Recuperado de <http://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2016/Anuario2016.pdf>
16. INFOR. (12-06-2017). La Industria del Aserrio 2016. *INFOR*, 155, 3-128.
17. INFOR. (2009, 1 diciembre). ACTUALIZACIÓN DE FACTORES DE CONVERSIÓN EN EL SECTOR FORESTAL DE CHILE Primera Etapa. Recuperado 10 diciembre, 2017, de <http://biblioteca.infor.cl/DataFiles/25573.pdf>
18. Infor. (2014). Anuario Forestal 2014. Instituto Forestal 2014, 144, 5-127.
19. Infor. (2015). Chilean Statistical Yearbook of Forestry 2015. Anuario Forestal 2015, 150, 7-129.
20. Infor. (2015). La Industria del Aserrio 2015. Instituto Forestal 2015, 151, 3-28.
21. Infor. (2016). Boletín Estadístico Marzo 2016. Mercado Forestal, 64, 12-22.
22. Infor. (2016). Boletín Marzo 2016. Precios Forestales, 156, 9-13.
23. INFOR. (2016). El sector forestal chileno. *INFOR*, 1, 7-10. Recuperado de http://wef.infor.cl/publicaciones/sector_forestal/2016/SectorForestal_2016.pdf
24. Infor. (2016). Exportaciones Forestales Chilenas Marzo 2016. Instituto Forestal, Enero-Marzo 2016, 4-17.
25. Infor. (2016). Infor: Estadísticas Forestales. Wef.infor.cl. Recuperado de: <http://wef.infor.cl/industria/industria.php> [Consultado el 14 Oct. 2016].
26. INFOR. (2016). La industria del aserrio. *Infor*, 155, 1-128.

27. INFOR. (2017). ESTADISTICAS FORESTALES. 16 de mayo del 2017, de infor
Sitio web: <http://wef.infor.cl/industria/industria.php>
28. Instituto Forestal. (2017). La Industria del Aserrió 2016. 11-11-17, de INFOR Sitio
web: http://wef.infor.cl/publicaciones/industria_aserrio/2016/Aserrio2016.pdf
29. Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic
dynamics and control*, 12(2-3), 231-254.
30. La Tercera. (2011). Economía chilena creció 5,2% durante 2010 y 5,8% en el cuarto
trimestre. 09-10-17, de LA TERCERA Sitio web:
[http://www2.latercera.com/noticia/economia-chilena-crecio-52-durante-2010-y-58-
en-el-cuarto-trimestre/](http://www2.latercera.com/noticia/economia-chilena-crecio-52-durante-2010-y-58-en-el-cuarto-trimestre/)
31. LIGNUM. (2014). Mercado de madera aserrada: Estabilidad en productos externos.
11-11-2017, de LIGNUM Sitio web: [http://www.lignum.cl/reportajes/mercado-de-
madera-aserrada-estabilidad-en-productos-externos/](http://www.lignum.cl/reportajes/mercado-de-madera-aserrada-estabilidad-en-productos-externos/)
32. LIGNUM. (2015, 4 febrero). Mercado de madera aserrada: Estabilidad en productos
externos. Recuperado 5 noviembre, 2017, de
[http://www.lignum.cl/reportajes/mercado-de-madera-aserrada-estabilidad-en-
productos-externos/](http://www.lignum.cl/reportajes/mercado-de-madera-aserrada-estabilidad-en-productos-externos/)
33. Lignum. (2016). Chile registró el tercer mayor crecimiento forestal anual del mundo
en el periodo 2010-2015. 12-10-17, de Lignum Sitio web:
[http://www.lignum.cl/2016/07/21/chile-registro-tercer-mayor-crecimiento-forestal-
anual-del-mundo-periodo-2010-2015/](http://www.lignum.cl/2016/07/21/chile-registro-tercer-mayor-crecimiento-forestal-anual-del-mundo-periodo-2010-2015/)
34. Ponce, M., Contreras, M., & Vásquez, M. (2007). Exportación de Madera Aserrada
de Conífera Chilena: Un Análisis de su Competitividad. *Maderas. Ciencia y
tecnología*, 9(1), 45-57.
35. 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.
36. Novales, A. (2011). Modelos vectoriales autoregresivos (VAR). *Universidad
Complutense*, 1-26.
37. Conforti, P. (2004). Price transmission in selected agricultural markets. *FAO
Commodity and trade policy research working paper*, 7.

38. Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2014). Forecasting: principles and practice. OTexts.
39. Catalán, R., Wilken P., Kandzior, A., Tecklin, D., Burschel, H. (2006). Uso integral del Recurso. En BOSQUES Y COMUNIDADES del Sur de Chile (100). Santiago: Universitaria.
40. UACH. (2009). CERTIFICACIÓN FORESTAL EN CHILE DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES CHILENOS. 05-11-17, de UACH Sitio web: <http://www.uach.cl/proforma/certfor/forestal.htm>
41. Villavicencio, J. (2010). Introducción a series de tiempo. Obtenido de Sitio web del Instituto de Estadísticas de Puerto Rico: <http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/LinkClick.aspx>.