



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN GESTIÓN DE EMPRESAS.**

**“ANÁLISIS ECONOMÉTRICO DE LOS PRECIOS DE LAS TROZAS
PULPABLES Y LA CELULOSA CHILENA ENTRE LOS AÑOS 1988 Y
2016”.**

Autor(es): José Luis Quezada Guerrero

Profesor guía: Juan Cabas Monje

Chillán, 2018

Índice

1. Capítulo 1: Introducción	5
1.1. Antecedentes del tema	5
1.2. Problema de investigación	6
1.3. Objetivos	8
1.3.1. Objetivo general	8
1.3.2. Objetivos específicos	9
1.4. Propósitos del proyecto	9
2. Capítulo 2: Antecedentes industria forestal	11
2.1. Industria forestal chilena	11
2.1.1. Exportaciones	13
2.1.2. Aporte al PIB	16
2.1.3. Empleo	17
3. Capítulo 3: Metodología	19
3.1. Transmisión de precios	19
3.2. Tipo de estudio	27
3.3. Fuentes de información	27
3.4. Métodos de recolección de información	29
3.5. Métodos de análisis de datos	30
3.6. Conceptos sobre los Enfoques del estudio	31
3.6.1. Series de tiempo	31
3.6.2. Estacionariedad	32
3.6.3. Test de Raíz Unitaria	33
3.6.4. Test de Cointegración	36
3.6.5. Modelo de vector de corrección de errores (VEC)	40

3.6.6.	Descripción de la metodología	40
4.	Capítulo 4: Análisis de datos.....	42
4.1.	Análisis tendencia	42
4.2.	Pruebas de raíz unitarias para troza	44
4.3.	Pruebas de raíz unitarias para celulosa	46
4.4.	Cointegración de las series de tiempo.....	47
4.5.	Vector de corrección de errores (VEC)	50
5.	Capítulo 5: Conclusiones	53
6.	Bibliografía	56

Índice de Figuras

Figura 1. Distribución de bosques en Chile (hectáreas)	12
Figura 2. Exportaciones chilenas de bienes por sectores de la economía, 1995-2015 (US\$ millones FOB)	13
Figura 3. Exportaciones forestales según producto, 2000-2015 (US\$ millones)	14
Figura 4. Exportaciones forestales chilenas según país de destino, 2005-2014 (US\$ millones FOB)	15
Figura 5. Destinos de Exportaciones Forestales Chilenas en porcentaje	15
Figura 6. Producto interno bruto por sectores y subsectores de la economía, 2012-2015 (millones de pesos encadenados).....	16
Figura 7. Ocupación del sector forestal por actividad.	17
Figura 8. Empleo directo del sector forestal por actividad, según región, año 2014 (personas)	18
Figura 9. Tendencia del precio de las trozas pulpables y celulosa desde 1988 a 2016	42

Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen de los resultados de los test estadísticos para la estacionariedad para troza.	45
Tabla 2. Resumen de los resultados de los test estadísticos para la estacionariedad para celulosa.	46
Tabla 3. Resumen de los resultados del test de Johansen.....	48
Tabla 4. Resumen de los resultados del test Engle-Granger.	50

1. Capítulo 1: 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

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.

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, 2016).

Un elemento fundamental que está presente en toda la cadena de valor añadido es el precio. A través de un análisis y seguimiento a lo largo de la cadena se puede conseguir información interesante sobre aspectos que influyen en los distintos agentes dentro de la cadena, como también se puede obtener datos interesantes sobre la formación y evolución de los precios finales. Es así como las acciones de los agentes del mercado permiten describir el mecanismo de transmisión de precios como también las posibles causas de rigidez en los precios de la cadena de comercialización. Por lo anteriormente dicho el análisis de la transmisión de precios a lo largo de la cadena ha cobrado importancia como medio de evaluación de la eficacia, eficiencia y competencia del mercado.

Según Gutiérrez en su tesis doctoral de la Universidad de Jaén en 2012, el estudio de la transmisión de precio es importante en a lo menos cuatro puntos:

1- El proceso de transmisión de precios puede resultar un buen indicador de la competitividad y eficiencia del mercado. El tiempo de reacción y la velocidad con la que se transmiten los cambios de precios hacia los distintos niveles de la cadena de valor puede afectar en la fijación de los estos mismos.

2- Es importante entender la raíz del comportamiento de los precios para de esta forma poder predecir su comportamiento a través del tiempo, conocer la dirección y simetría de los movimientos de precios es fundamental para predecir como reaccionaran los distintos agentes en la cadena.

3- Ayuda a conocer el grado de necesidad de intervención del mercado para la formulación de políticas económicas, esto dado a que pueden existir agentes que posean comportamiento no competitivo y perjudique en la transmisión de precios haciendo que esta no sea perfecta por lo que no todos los agentes se beneficiaran de los cambios de precios.

4- Es importante conocer el origen de por qué los vendedores detallistas elevan los precios a consecuencia de los elevados precios al por mayor o en el origen de la cadena lo que perjudica el bolsillo de los consumidores. Es importante tener claro las elasticidades ante las subidas o bajadas de precios, la máxima disposición a pagar del consumidor u otros productos sustitutos que se vuelven atractivos con variaciones de precios.

En síntesis la transmisión de precios en la cadena de valor se ha posicionado como un elemento fundamental en el análisis del funcionamiento de los distintos mercados es por ello que a pesar de que la industria forestal es relevante en el crecimiento de Chile, no existen investigaciones ni estudios avanzados de transmisión de precios vertical en el mercado nacional, específicamente el análisis de la transmisión del precio pagado a productores de trozas pulpables y el precio de exportación de la celulosa chilena, de tal manera de conocer si esta transmisión es asimétrica o simétrica. Por lo tanto, esta investigación contribuye al

conocimiento sobre el comportamiento de un mercado muy importante para la economía nacional.

En las industrias forestales, las trozas son un factor primario de producción. El efecto de un cambio en el precio del producto sobre el precio del factor se explica por la teoría de demanda derivada (Tomek y Robinson, 1990). Si la demanda del producto aumenta, y otros factores se mantienen, su precio aumenta y se produce una cantidad mayor. Esto induce 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 entrada (troza) se ve afectado positivamente por el precio del producto (celulosa). Además, un efecto simétrico es posible ya que un choque negativo exógeno en el suministro de factores conducirá a un aumento en el precio del factor, que se traducirá en un aumento en el precio del producto, mientras los demás factores se mantienen.

La magnitud de estas relaciones es importante para evaluar los efectos de las políticas que afectan los precios nacionales de los productos, como las políticas de vivienda y comercio internacional, sobre los precios regionales de los derechos de tala, y simétricamente para juzgar los efectos del bosque regional políticas que afectan el suministro regional de madera en pie y los precios en los precios nacionales de los productos (Zhou & Buongiorno, 2005).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar descriptiva y econométricamente la transmisión vertical de precios en el mercado nacional de la madera para celulosa en el periodo 1988-2016.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar el mercado de la celulosa.
2. Analizar las series temporales de precios de trozas para la pulpa y de la celulosa.
3. Analizar la transmisión vertical de los precios desde la madera en troza para pulpa hasta el precio de exportación de la celulosa.

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) y El instituto forestal (INFOR). 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 chilena en particular, en conjunto con los precios de tres regiones de Chile y cinco principales compradores de Chile. De tal forma de mostrar inicialmente, si existe alguna relación entre los precios de venta nacionales de la trozas pulpables con los precios de venta de la celulosa al extranjero.
5. Y por último se realizó la validación de la información y se obtuvieron los resultados del análisis realizado.

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, 2016) 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. **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.

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 (CONAF, 2016).

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.

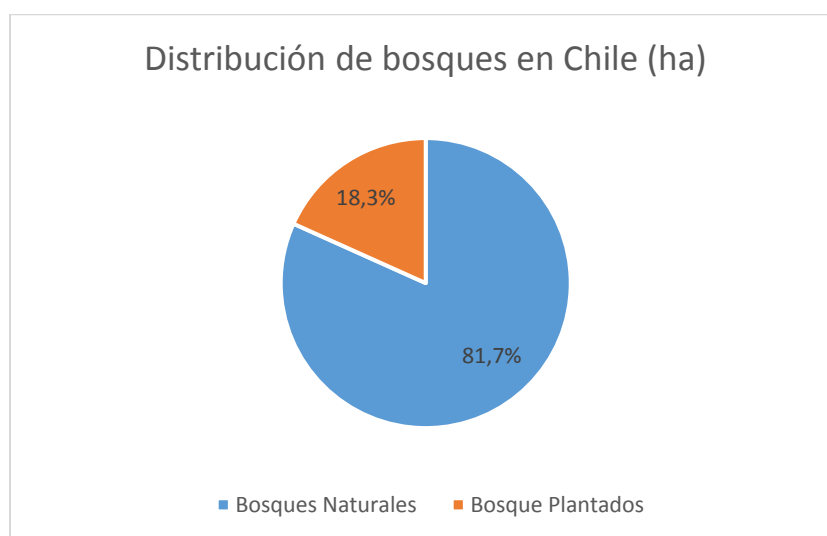


Figura 1. Distribución de bosques en Chile (hectáreas).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INFOR en “Anuario Forestal 2017”.

2.1.1. Exportaciones

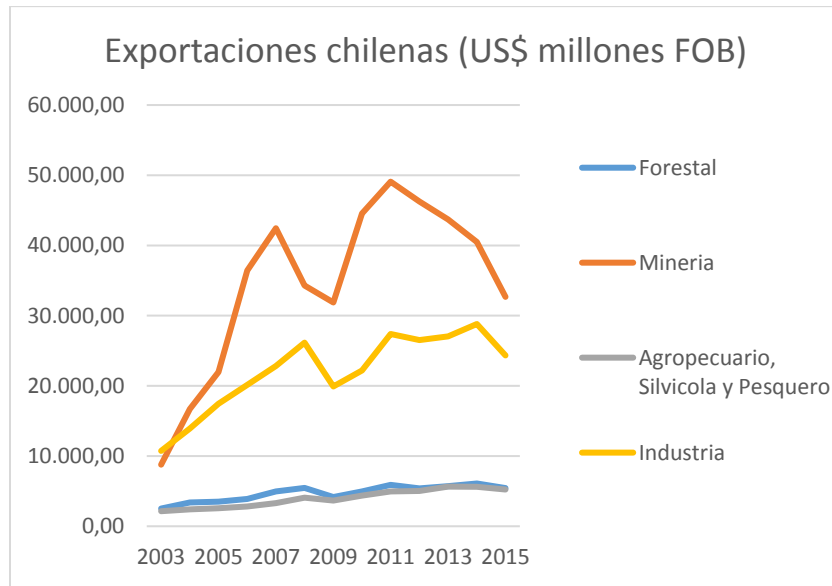


Figura 2. Exportaciones chilenas de bienes por sectores de la economía, 1995-2015 (US\$ millones FOB)

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: “Anuario Forestal 2017”.

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

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: “Anuario Forestal 2017”.

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.

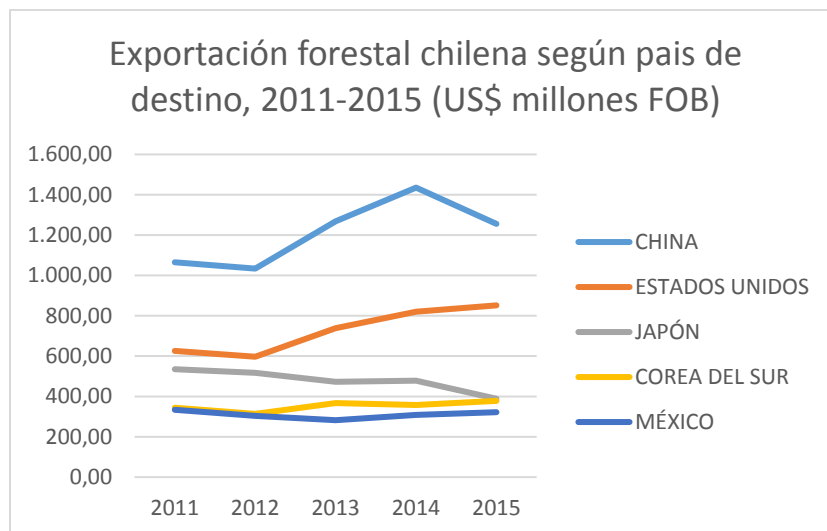


Figura 4. Exportaciones forestales chilenas según país de destino, 2005-2014 (US\$ millones FOB)

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%).

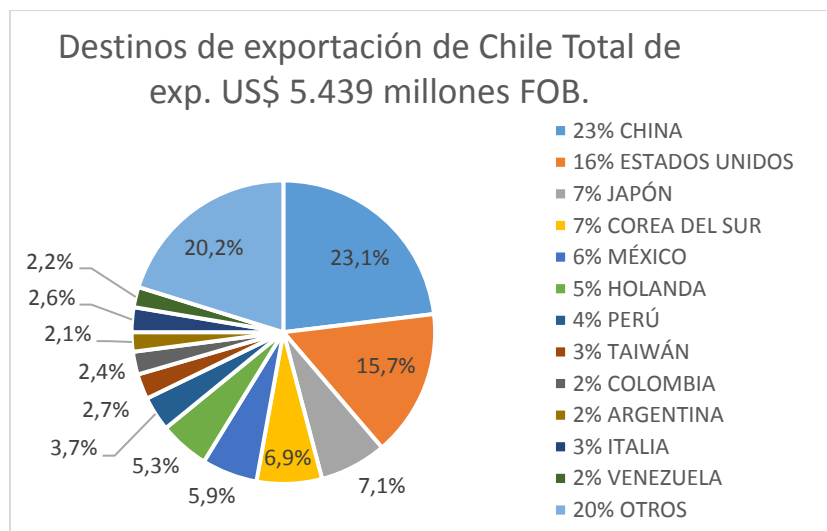


Figura 5. Destinos de Exportaciones Forestales Chilenas en porcentaje

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.

2.1.2. 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.

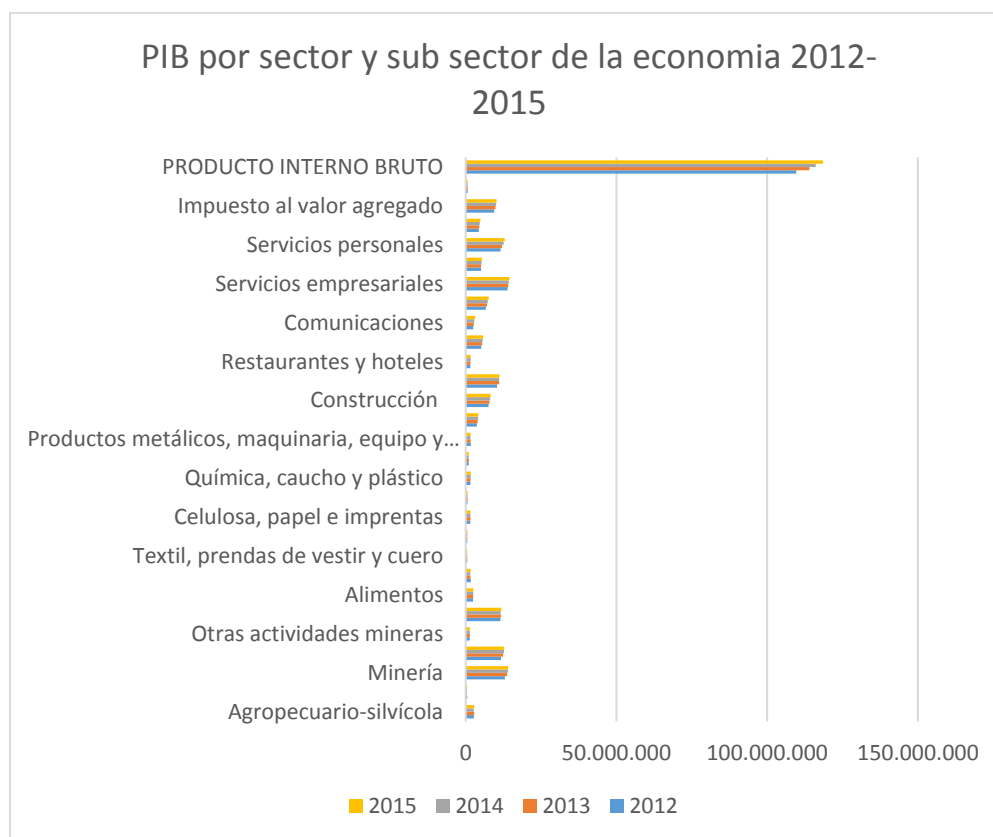


Figura 6. Producto interno bruto por sectores y subsectores de la economía, 2012-2015 (millones de pesos encadenados)

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario forestal 2017.

2.1.3. 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.

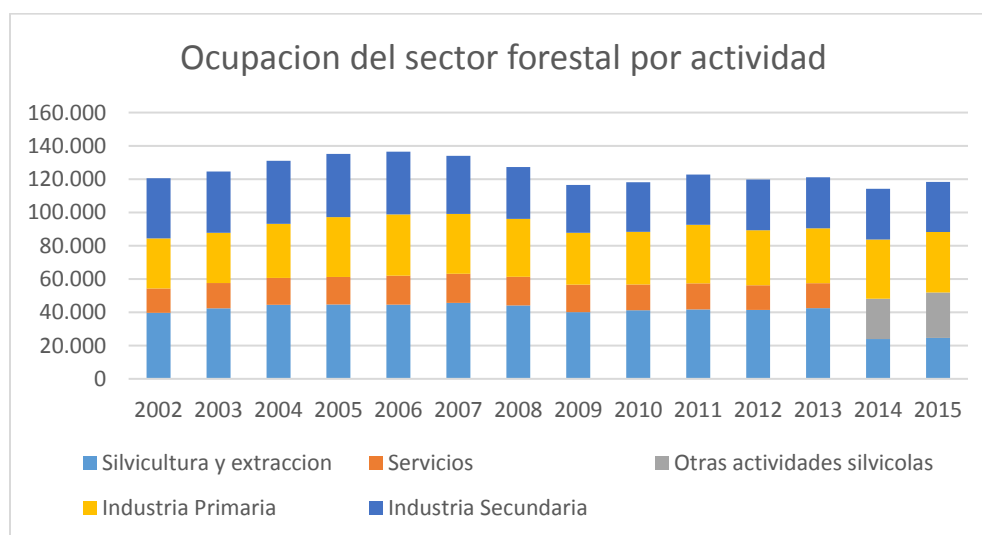


Figura 7. Ocupación del sector forestal por actividad.

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario Forestal 2017.

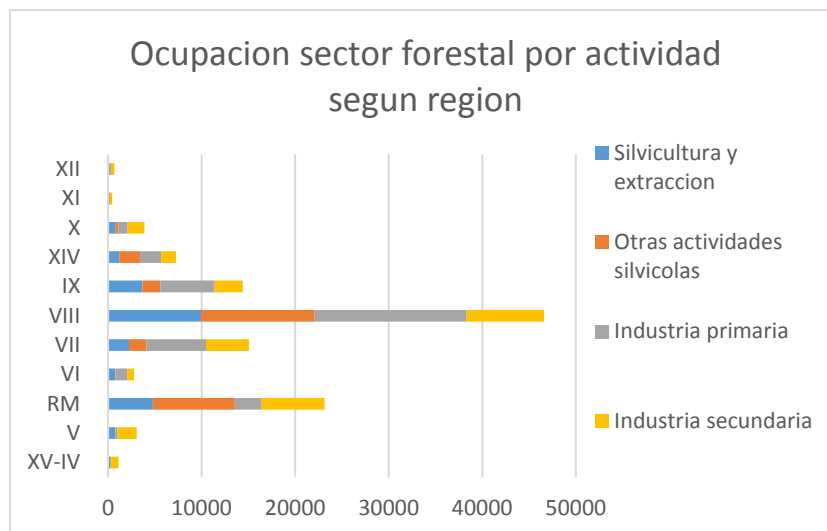


Figura 8. Empleo directo del sector forestal por actividad, según región, año 2014 (personas)

Fuente: Elaboración propia en base a INFOR: Anuario Forestal 2017.

La Región del Biobío 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. Esto tiene una relación directa con la cantidad de plantación de bosques que se presentó anteriormente, en donde la mayor cantidad de plantaciones se concentra en el centro del país, y esto se respalda con la cantidad de empleabilidad, la cual igual se concentra en el centro del país.

3. Capítulo 3: Metodología

3.1. Transmisión de precios.

Para entender el concepto de cointegración, se citará a Dutoit, Hernandez, & Urrutia (2010), quienes destacan que en los supuestos de la teoría económica se plantea que los mercados son perfectos, libres y sin fricción, y por lo tanto se espera que la transmisión de precios sea perfecta, es decir, que los cambios en el precio de un mercado se transfieran inmediatamente al otro mercado relacionado. Además, plantean que esto se puede entender a través de la “Ley de un Solo Precio”, la que manifiesta que, dado dos mercados distantes espacialmente, las diferencias de precios entre el mercado 1 y el mercado 2, no debe ser superior al costo de transporte entre dichos mercados. (Labra, 2016)

Cabe destacar que la transmisión de precios se refiere al efecto de los precios en un mercado sobre los precios en otro mercado. Generalmente se mide en términos de la elasticidad de la transmisión, la cual se define como la variación porcentual del precio en un mercado dado un cambio del uno por ciento en el precio en otro mercado. Aunque los mercados podrían tener productos homogéneos (entiéndase un commodity) o productos en diferentes puntos de la cadena de suministro, estos estudios de transmisión se realizan con un foco hacia el mismo producto en dos ubicaciones geográficas distintas. Lo que asumiría las siguientes características en un mercado perfectamente competitivo: El producto es homogéneo, lo que significa que no hay variación en la calidad; Los comerciantes tienen poder de mercado y la información perfecta; El comercio ocurre instantáneamente; No hay impuestos comerciales u otras barreras de política al comercio; y no hay costos de transporte o transacción. (Minot, 2010).

La transmisión de precios se usa frecuentemente para analizar los diferentes eslabones de la cadena comercial de diferentes productos en una industria, de esta forma se

analiza el funcionamiento de los mercados. En los últimos años el interés por entender el funcionamiento de los mercados ha ido aumentando, ya que los procesos de concentración, tanto horizontal como vertical, han ido aumentando lo que provoca una especial atención por parte de los economistas ante la creciente preocupación social y pública de este fenómeno de concentración. Ante esta situación aparecen las asimetrías en los procesos de transmisión de precios, este concepto de asimetría se asocia a la magnitud y velocidad de respuesta de los diferentes precios ante acciones de los diferentes agentes de la economía de la industria en cuestión. Estas asimetrías no tienen por qué estar asociadas a mercados ineficientes, es más, si los precios tienen respuestas rápidas ante cambios a oferta y demanda del mercado se asocia a un mercado eficiente. (Ben-Kaabia & Roig, 2008) La transmisión espacial de precios mide el grado en que los mercados en lugares geográficamente separados comparten información común de precios o de comercio a largo plazo sobre un producto homogéneo, cuando la diferencia de precio entre dos mercados excede los costos de transferencia, las actividades de arbitraje desencadenan el impulso de los precios el cual logra un equilibrio a largo plazo. Es importante señalar que, si no se produce ningún comercio, no existen efectos de transmisión. (Amikuzuno, 2009; Ganneval, 2016).

Los estudios sobre transmisión de precios se basan en conceptos relacionados con el comportamiento de fijación de precios en un mercado competitivo. Fackler y Goodwin en 2001 ofrecen una mirada amplia de los conceptos de integración de mercados y de los correspondientes modelos económicos de determinación de precios, centrándose básicamente en que se evalúa la integración espacial de mercados separados geográficamente, normalmente se suele analizar la transmisión de los shocks de precios entre los mercados. En términos espaciales, lo que se debe considerar es la ley del precio

único, así como las predicciones sobre la integración de mercados proporcionadas por los modelos espaciales estándar de determinación de precios. (Enke, 1951; Samuelson, 1952). La evaluación de la transmisión de precios tiene por objeto abordar la magnitud del ajuste de precios (cómo gran parte del cambio de precio en una etapa de la cadena de suministro se transmite a la etapa siguiente); la velocidad del ajuste de precios (los cambios de precios a qué ritmo se transmite a los otros niveles de la cadena); y la asimetría del ajuste de precios (en qué medida los incrementos y las disminuciones de precios se difunden en términos de magnitud y velocidad). (EC-European Commission, 2009).

Dadas las características y el objetivo que pretende alcanzar este trabajo y la relación entre la literatura económica teórica y empírica a nivel internacional y nacional, se utilizará la ley de un solo precio o LOP (law of one price), la cual establece que el precio de un producto debe ser el mismo en diferentes mercados después de considerar costos de transporte y comercialización, no asumen ninguna intervención política, economías de escala y diferenciación de productos en base a esto se asume que los precios de un producto en diferentes mercados cambiarán en la misma dirección y proporción. Una vez asumido esto se puede hacer un fuerte contraste entre los diferentes mercados de una misma industria. (Alfaro, & Olivera, 2009; Baquedano, & Liefert, 2014; Abidoye, & Labuschagne, 2014); De no cumplirse el arbitraje espacial aumentará el precio en lugares que el precio es bajo y reducirá el precio en lugares de precio alto hasta que la LOP se restaure a través del tiempo. (Greb & von Cramon-Taubadel, 2013). De esta manera la relación entre los agentes económicos en diferentes niveles de actividad, desde la producción hasta el consumo y viceversa, pueden definir la velocidad y el tamaño de los impactos de un shock en los precios para que estos tiendan al alza o a la baja. El tamaño y velocidad de los efectos que se transmiten a través de los distintos niveles de la cadena de suministro suele ser una

preocupación central. La rapidez con que los mercados se ajustan a las determinadas acciones de los agentes del mercado que participan en las transacciones dependerá de que tan grandes sean los agentes, además de en qué eslabón de la cadena este, si es mayoristas, distribuidores, transformadores, empresas de venta al por menor y similares. Los aumentos o disminuciones en un extremo de la cadena no son transmitidos instantáneamente, sino distribuidos en el tiempo. (Vavra, & Goodwin, 2005). En algunos casos extremos las empresas pueden no ajustarse a las pequeñas variaciones de precios y, en consecuencia, eliminar la transmisión de algunos shocks a través de los niveles del mercado. Es por ello que el tamaño del shock es importante, mientras más pequeño sea este, menos probabilidades hay que se transmita en su totalidad a lo largo de la cadena de suministro, mientras que si el shock es grande hay una alta probabilidad que el ajuste de precios llegue al último eslabón de la cadena y no solo afecte a esa industria, sino, que puede afectar a otras industrias. La transmisión de precios puede ser afectada por estos cuatro factores: precio y políticas fronterizas; cambios en los tipos de cambio; estructura de mercado, condiciones y costos de transacción; y la sustitución entre bienes nacionales y extranjeros. (Baquedano & Liefert, 2014). Los impedimentos políticos de la transmisión incluyen los sistemas de precios administrados por el gobierno (entiéndase así mercados con alto nivel de intervención), cuotas de importación y aranceles prohibitivos (Liefert & Persaud, 2009). Las variaciones en la tasa de cambio también pueden retrasar la transmisión, donde la variación puede ser el resultado de un cambio macroeconómico, decisiones políticas o desarrollos en toda la economía dentro de un sistema de tipo de cambio flotante. Por ejemplo, el precio del comercio de una mercancía podría aumentar, de tal manera que, si el aumento de precios se transmitió al precio doméstico de un país, este último también subiría. Supongamos, sin embargo, que la moneda del país destino se aprecia diferente

frente al país de origen, podría llegar a pasar que, aunque el producto suba de precio en el país de origen, este baje en el país destino por un tipo de cambio que favorece a los importadores. De esta manera el tipo de cambio podría mitigar el precio del comercio, aumentarlo o incluso dominarla, de manera que el precio interno del bien caiga (Dawe, 2008). La estructura y condiciones del mercado pueden afectar al precio y al tipo de cambio, esto como consecuencia del poder de mercado y una débil infraestructura. El poder de mercado otorga a los productores nacionales potencial de fijación de precios, de forma que estos cambios son transmitidos completamente a los precios internos. Una infraestructura deficiente (tanto físico, comercial e institucional) aumenta el coste de transacción e impide el flujo de precios y obstaculiza el libre tránsito de información clave del mercado desde la frontera del país al interior de sus regiones (Fackler y Goodwin, 2001; Barrett y Li, 2002). Por último, bienes creados en otros países con ventajas competitivas podrían tener un bajo costo en relación a países que no poseen dicha ventaja, lo que al importar estos productos podrían fácilmente afectar a los bienes nacionales haciendo que el precio caiga, por otro lado, está el caso que los bienes nacionales y los bienes extranjeros podrían no ser sustitutos completos (dado que son homogéneos), en consecuencia, la transmisión de precios de los bienes extranjero a los bienes nacionales podría ser incompleta. Existen diferentes estudios sobre transmisión de precios en diversas cadenas de suministro, como en los lácteos (Masaro & Guiguet, 2013) donde se encontró un impacto directo de los precios internacionales con respecto a los nacionales, en donde se demoraban de dos a tres meses en notar el impacto del extranjero. También está la investigación de Acosta, Ihle, & Robles en 2014, donde llegan a una conclusión similar, se encuentra una relación a largo plazo entre los precios globales y nacionales, sin embargo, el precio se transmite más rápidamente a los productores, los cuales muestran más sensibilidad al

cambio. Las investigaciones también se encuentran en el ámbito de la ganadería (animales en general, y no solo bovinos), se pueden encontrar comparaciones entre el sector de pollos de engorde y sector porcino de Tailandia (Barahona & Trejos, 2014) donde se concluye que la transmisión de precios está marcada notoriamente en el sector de pollos que de cerdos, esto debido a que la industria de los pollos de Tailandia se enfoca en la exportación de estos animales, mientras que la de cerdos se encarga de satisfacer la necesidad interna, esto es importante tenerlo presente ya que si un mercado está más abierto con el exterior, las fluctuaciones de precios serán más influyentes que en un mercado que no tiene tanta relación con el extranjero. En estudios donde se toma de referencia el sector avícola con respecto a una externalidad como la influencia aviar (Hassouneh & Radwan, 2012) se observa que los precios internacionales afectados por la crisis afectan directamente a los precios nacionales, sin embargo, en diferente magnitud en la cadena de suministro, en donde los mayoristas responden directamente a los cambios de precios del extranjero, mientras que los minoristas responden solo a conservar o aumentar su margen de ganancia con respecto al coste de sus productos, es por ello que si la crisis es más agresiva los mayoristas podrían encontrar incentivos suficientes para abandonar el sector, ya que se ven afectados directamente. En el mercado del cordero en España (Ben-Kaabia, Gil & Boshnjaku, 2002) se determinó que los mayoristas son los más sensibles a los cambios de precios que se producen en las granjas, además la transmisión es casi instantánea, sin embargo, en las granjas productivas llegan a pasar dos semanas para que cambios en la demanda afecten los precios, otra cosa interesante es que cualquier cambio de precios que se produzca en la cadena de suministro a cualquier nivel, afectará a los demás. Se pueden encontrar investigaciones con respecto a cereales como el maíz, trigo y arroz, por el lado del maíz se encuentra un interesante estudio en el mercado de Sudáfrica, en donde las

regulaciones gubernamentales rompen con la transmisión de precios, ya que estas mantienen los precios bajos en toda circunstancia a través de subvenciones, por lo que lo que pase en el extranjero no afecta al mercado nacional en estos países (Myers & Jayne, 2012; Burke & Myers, 2014). En el trigo se puede encontrar un alto grado de transmisión por parte de la Unión Europea a los mercados de Estados Unidos y Canadá, sin embargo, la transmisión ocurre en esa dirección y no viceversa, mientras que el mercado de Canadá transmite precios al mercado de Estados Unidos pero este fenómeno no ocurre al revés (Yang, Zhang, & Leatham, 2003). Otro estudio del trigo en Ucrania hace referencia que su mercado posee una transmisión simétrica de precios con respecto a los precios mundiales de exportación, como a su vez la harina y el trigo se ven afectados por variaciones de precios de su sucesor o antecesor en la cadena de suministro con un lapsus de 5 meses para que reaccionen los precios (Goychuk, 2013). En Indonesia el mercado de trigo es diferente al norte de América y Europa central por lo que es evidente que el mercado reaccionara distinto a los cambios de precio del extranjero, esto queda en evidencia en Varela, & Taniguchi que en 2013 demostraron que los cambios en el mercado externo afectan a la cadena de suministro de la harina de trigo de distinta forma, siendo más sensible hacia abajo de la cadena, y más rígida para arriba esto explicado por la integración vertical de los productores de trigo con los productores de harina, ya que, al estar integrados la transmisión de precios es más veloz. En Turquía se analizaron las concentraciones de mercado y como reaccionaban estas a cambios en los precios, demostrándose que las concentraciones de mercado céntricas poseían un alto nivel de integración por lo que la transmisión de precios es rápida, mientras que las concentraciones periféricas del país, poseían un bajo grado de integración haciendo más lenta la transmisión de precios (Brosig, Glauben & Götz, 2011). Un buen mercado, con normas claras y una estructura definida

pueden hacer que la transmisión de precios sea simétrica buscando el equilibrio a largo plazo, por lo que la intervención del gobierno no es necesaria, como queda demostrado en Ghafoor, & Aslam en 2012, que revelan que el mercado del arroz en Pakistán funciona perfectamente y presenta una integración simétrica con el mercado global de precios. En mercados como el tomate el precio del minorista es fundamental, porque este marca la transmisión de precios hacia el productor o hacia el consumidor (Rezitis & Pachis, 2013).

En cualquier caso, la literatura empírica no ofrece resultados concluyentes en una determinada dirección. Las conclusiones obtenidas difieren de un trabajo a otro dependiendo del producto analizado, del país de estudio y de la frecuencia de los datos. Luego de haber hecho una revisión en diversos mercados y ver los distintos resultados, ahora se revisarán artículos sobre la industria forestal y a lo que transmisión de precios se refiere. Zhou & Buongiorno en 2005 analizaron la industria de la celulosa en el Sur Estados Unidos, en donde se enfocaron en la madera para hacer celulosa, en la celulosa y en el papel, sin embargo no encontraron relación alguna en los precios esto debido a que ese mercado no es competitivo porque contempla pocas fábricas de celulosa y numerosos pequeños propietarios de bosques, lo que lo convierte en un monopsonio haciendo que las fabricas tengan mucho poder de mercado frente a los propietarios lo que provocaría un establecimiento de precios fijo, lo que se traduciría que aunque al sector de la celulosa experimente crecimientos abismales el precio de compra de la madera se mantendría fijo a un bajo precio.

Gutiérrez (2012), señala que el análisis de la transmisión de precios permite aportar conocimiento sobre la formación de los precios y las interrelaciones llevadas a cabo por los agentes del mercado. Esta investigación tiene como propósito lo mencionado

anteriormente, obtener, saber; y conocer cómo es la transmisión de precios entre los agentes internos y externos, además de realizar un análisis a partir de ellos.

3.2. Tipo de estudio

La investigación se realizó contemplando un estudio de carácter cuantitativo de corte longitudinal de series de tiempo que describió y analizó econométricamente los precios de los metros ruma de la troza pulpable y los precios de la tonelada de la celulosa desde el año 1988 hasta el año 2016. Para poder realizar un análisis con las mismas unidades de medida se usaran conversiones que facilita INFOR en su anuario forestal de cada año, en donde la troza pulpable se divide en 1.13 para convertirla a metro cubico solida sin corteza (ssc) y la celulosa se divide en 5.37 para convertirla a metro cubico solida sin corteza (ssc), una vez unificado la unidad de medida, se usaran precios nominales facilitados por INFOR en sus anuarios forestales de cada año y además se usaran precios reales para lo cual se usara el IPC con base al año 2013. La investigación consistió primero en un análisis estadístico descriptivo, para luego realizar un análisis econométrico inferencial, específicamente análisis de transmisión vertical simétrica y asimétrica de las series de precios con el programa estadístico R.

Esta investigación corresponde a la segunda etapa de un estudio sobre la transmisión de precios de los productos forestales chilenos.

3.3. 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 venta de la troza pulpable en Chile y precios de venta al extranjero de la celulosa de Chile de los años 1988 a 2016.

Los datos de series de tiempo y la información de la troza pulpable 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, 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 troza pulpable 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

3.4. Métodos de recolección de información

La recolección de datos utilizada en la investigación se realizó en su gran mayoría por internet entre lo más importante destaca la recopilación de revistas forestales, artículos sobre transmisión de precios y recopilación de información de los anuarios forestales de INFOR. 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 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.

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 de la troza pulpable e internacionales de la celulosa. Los precios nacionales de la troza pulpable y celulosa se obtuvieron del Anuario Forestal 2017 y de la web de INFOR.

3.5. Métodos de análisis de datos

El método de análisis de datos radica en la importancia del estudio y la relevancia de sus resultados, además en el estudio está detallado cada una de las series de tiempo, con el fin de observar el comportamiento de los precios de la troza pulpable y celulosa en el transcurso de los años, y ser capaces de determinar a través de los distintos test la relación que existe entre el promedio del precio de venta de la troza pulpable de Chile con el promedio de precio de venta al extranjero.

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 troza pulpable, se estudió estacionariedad de las series, mediante test de raíz unitaria y considerando los cambios estructurales que pudiesen tener, para luego hacer test de cointegración para posteriormente la aplicación de un vector de corrección de errores.

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.

3.6. Conceptos sobre los Enfoques del estudio

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

3.6.1. 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.

3.6.2. 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 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: $Y_k = E[Y_t - \mu](Y_{t+k} - \mu)$.

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.

3.6.3. 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 $\sigma = 1 - p$ y $H_0: \sigma = 0$ vs $H_a: \sigma < 0$. 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 $\sigma = 0$ 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 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 la prueba 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 marcará 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 usa este test para considerar dichos cambios en la pendiente o en la constante según el modelo escogido.

3.6.4. Test de Cointegración

- 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 al 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 del 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.

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. 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.

Existe una vasta literatura que explora si los precios spot y futuros del petróleo están vinculados en un largo plazo. Un estudio particular fue realizado por Maslyuk y Smyth (2009) para examinar si la cotización del petróleo crudo y los precios futuros de la misma y las diferentes leyes se cointegran. La hipótesis nula de no cointegración se probó frente a la alternativa de cointegración en presencia de un cambio de régimen en datos mensuales de la serie de los Estados Unidos Western Telematic Inc. y United Reino Brent usando el procedimiento de estimación de dos pasos. Los resultados revelaron que hay una relación de cointegración entre los precios spot y futuros del petróleo crudo del mismo grado, así como precios spot y futuros de diferentes grados.

Los resultados indicaron además que los precios spot y futuros se rigen por el mismo conjunto de fundamentos, como el tipo de cambio del dólar estadounidense, macrovariables económicas, y las condiciones de demanda y oferta, que son similares e interrelacionadas con el petróleo crudo en los mercados de América del Norte y Europa.

- 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 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, Malasia, Singapur, Filipinas e Indonesia. Los resultados indicaron que hubo relaciones de cointegración entre el consumo de energía y el PIB entre países como India, Pakistán e Indonesia. Sin embargo, no se encontró cointegración en el caso de Malasia, Singapur y Filipinas. Se descubrió que la causa de la causalidad pasa de la energía al PIB en la India y el PIB a la energía en Pakistán e Indonesia. Yang (2000) consideró la relación causal entre el uso de energía y el PIB en Taiwán. Utilizando las diferentes medidas de consumo de energía, encontró una causalidad bidireccional entre la energía y el PIB. Este resultado contradice el de Cheng y Lai (1997), quienes encontraron que hay una relación causal direccional del PIB. Finalmente, Asufu (2000) probó la relación de cointegración entre el uso de energía y el ingreso en cuatro países asiáticos utilizando la cointegración con el

procedimiento de Johansen y el análisis de corrección de errores. Encontró que la cointegración va de la energía a los ingresos en India e Indonesia, y que hay una causalidad direccional en Tailandia y Filipinas.

3.6.5. Modelo de vector de corrección de errores (VEC)

En los modelos VAR (Mukherjee, 1995), así como en la modelización univariante de series temporales, se asume que las series temporales utilizadas son estacionarias. Cuando efectuamos regresiones entre variables no estacionarias podemos caer en el problema de las llamadas correlaciones espurias. Ahora bien, ciertas modelizaciones entre variables no estacionarias, pero que cumplen ciertas condiciones denominadas de cointegración, no sólo no son espurias, sino que aportan gran información sobre las relaciones de equilibrio a largo plazo de las variables económicas. Pues bien, un modelo de vector de corrección del error (VEC) es un modelo VAR restringido (habitualmente con sólo dos variables) que tiene restricciones de cointegración incluidas en su especificación, por lo que se diseña para ser utilizado con series que no son estacionarias, pero de las que se sabe que son cointegradas.

El principio detrás de estos modelos es que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre variables económicas y que, sin embargo, en el corto plazo puede haber desequilibrios. Con los modelos de corrección del error, una proporción del desequilibrio de un período (el error, interpretado como un alejamiento de la senda de equilibrio a largo plazo) es corregido gradualmente a través de ajustes parciales en el corto plazo.

3.6.6. 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 los precios de venta de la troza pulpable en Chile y los precios de venta promedio de la celulosa de Chile al extranjero. Primero se analiza los gráficos de las series de tiempo, para mirar de forma simple si tienen tendencia y/o una constante.
2. Se realiza un análisis de la estacionariedad de las series temporales, mediante test de raíz unitaria (ADF y KPSS) en los cuales no se considera los cambios estructurales. Posterior a esto, se usan test (ZA y ERS) que si consideran dichos cambios. Para finalizar se comparan los test con cambios y sin cambios para ver si la serie de tiempo presenta distintos resultados.
3. Luego determinar la relación entre las series de tiempo por medio de distintos métodos (Engle-Granger y Johansen), para saber la relación entre el precio promedio de la troza pulpable de Chile con respecto al precio promedio de venta de la celulosa que vende Chile al extranjero.
4. Una vez comprobada la cointegración, se verá la relación a corto plazo con el vector de corrección de errores para saber cuál es la relación a corto plazo que permite la relación a largo plazo.

4. Capítulo 4: Análisis de datos

En este capítulo se analizan las series de tiempo de precios de la troza pulpable y celulosa desde un punto de vista descriptivo y econométrico. Se contrasta los precios nominales con los precios reales.

4.1. Análisis tendencia

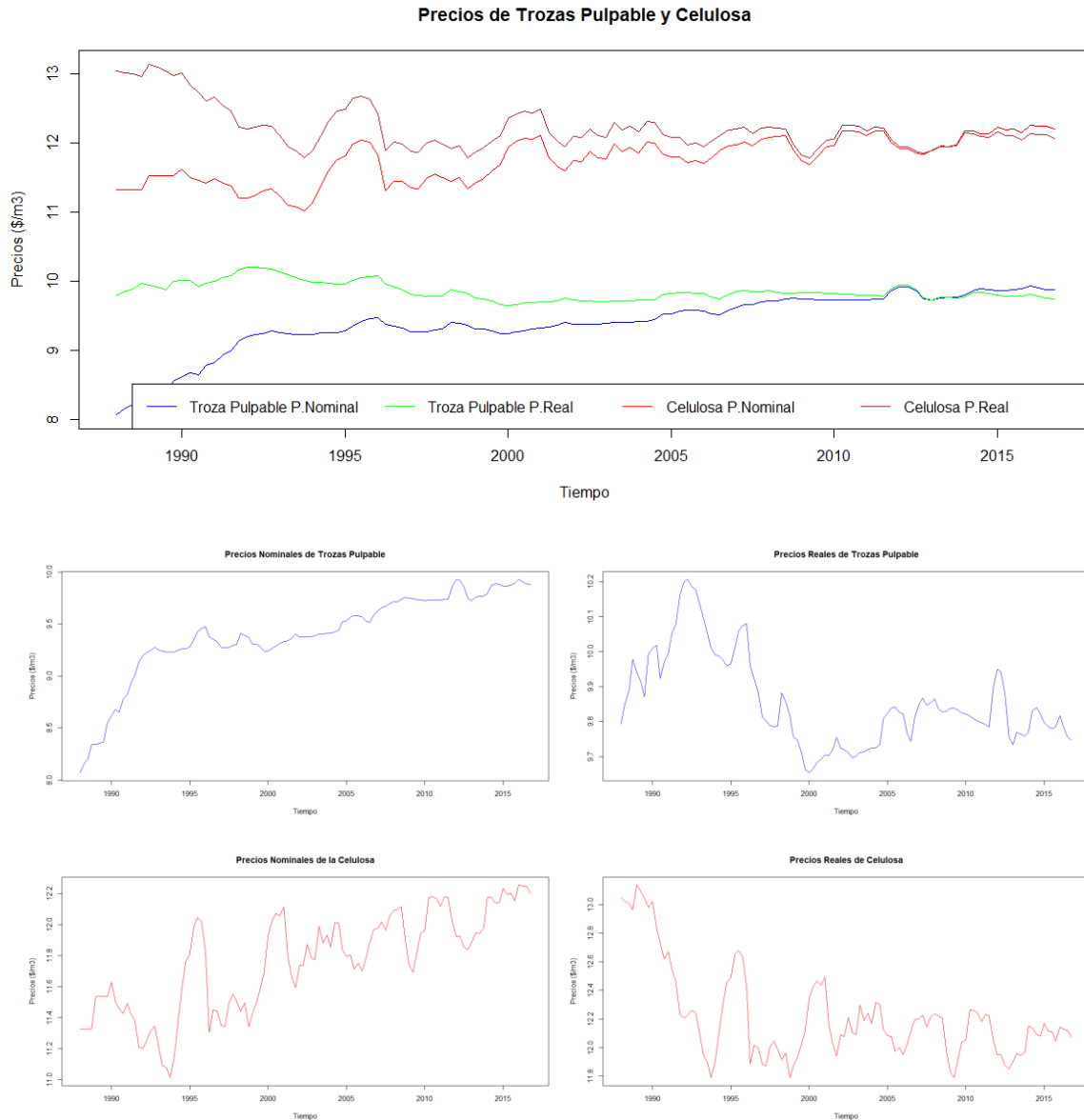


Figura 9. Tendencia del precio de las trozas pulpables y celulosa desde 1988 a 2016
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en programa R

Se analizaran los precios nominales a más detalle, se aprecia que el precio de la troza pulpable, ha experimentado un alza constante en los últimos 30 años, desde 1988 hasta 1994 fue un alza constante en el precio hasta llegar al año 1995 en donde registra una leve caída para retomar hasta 1998 en donde nuevamente sufre otra leve caída, sin embargo desde el 2006 en adelante se experimentó un alza considerable de precio esto en respuesta de la disminución en la producción de madera, 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 aumento 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.

En cuanto a la celulosa el precio 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. 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 de

la celulosa blanqueada experimentó un alza nuevamente, hasta el año 2008 en donde ocurrió la crisis subprime, la cual afectó nuevamente la economía, aquí se redujeron de manera importante las ventas, en especial las de Arauco y CMPC. A inicios del año 2010 el precio sigue cayendo, 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 al alza con leves variaciones.

Al mirar los precios reales que están ajustados por el IPC con base a 2013, se puede observar que oscilan de una manera controlada sin escaparse de un cierto margen imaginario que puede estimarse con la mirada, esto puede estar dado, ya que, el IPC capta las variaciones de los precios al consumidor, los cuales se ajustan según la economía del país haciendo que el grafico sea más estable y no esté sujeto a una tendencia al alza tan marcada como lo que pasa con los precios nominales.

Al comparar todos los precios se puede observar que a través del tiempo los precios nominales con los reales se van acercando hasta casi igualarse. Este comparativos de precios se puede hacer dado que las series están en logaritmo.

4.2. Pruebas de raíz unitarias para troza

Para contrastar la estacionariedad de las series de precios, se utilizará los test de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentado₂ y KPSS, a su vez también se analizará con cambio estructural, utilizando los test de raíz unitaria Zivot-Andrew, Test Elliott, Rothenberg & Stock para lo cual se hará una comparativa entre modelos con constante y tendencia, versus un modelo con solo constante, para ver cuál modelo es el adecuado para el análisis. A continuación, se muestran una tabla resumen en donde se arrojan los resultados.

Tabla 1. Resumen de los resultados de los test estadísticos para la estacionariedad para troza.

	DFA	KPSS	ERS		ZA	Conclusión
	Tendencia		df-gls	p-test		
Troza Chile P. Nominal	-3.6705	0.2357	-1.0691	72.2736	-5.082	I(1)
Troza Chile P. Real	-2.7449	0.2863	-1.9537	9.4727	-4.836	I(1)
Valores Críticos						
1%	-3.99	0.216	-3.46	4.05	-5.57	
5%	-3.43	0.146	-2.93	5.66	-5.08	
10%	-3.13	0.119	-2.64	6.86	-4.82	
Solo Constante						
Troza Chile P. Nominal	-3.557	1.9457				I(1)
Troza Chile P. Real	-2.1054	0.9829				I(1)
Valores Críticos						
1%	-3.46	0.739				
5%	-2.88	0.463				
10%	-2.57	0.347				

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en programa R

Dado los gráficos anteriormente analizados de las series de tiempo, con solo mirarlos se podía apreciar que tenían tendencia en su estructura, y esto se respalda con los test, en donde se consideró un modelo con tendencia, los resultados son más coherentes y complementarios entre sí, sin embargo, en los modelos que se consideró solo constante se aprecia que existen incoherencias en los resultados. En cuanto al test DF con el precio nominal, al aplicarlo da en el valor estadístico -3.67 y con el precio real da -2.74 al compararlo con el valor crítico del 1% (-3.99), cae en zona de aceptación de la hipótesis nula de no estacionariedad, al diferenciar la serie de tiempo una vez, da como resultado ser estacionaria. En cuanto al test de KPSS con el precio nominal, al aplicarlo da en el valor estadístico 0.23 y con el precio real da 0.28 al compararlo con el valor crítico del 1% (0.21), cae en zona de rechazo de la hipótesis nula de estacionariedad, al diferenciar la serie de tiempo una vez, da como resultado ser estacionaria. En cuanto al test ERS con el precio

nominal, el valor estadístico df-gls es -1.06 y con el precio real es -1.95 al compararlo con el valor crítico del 1% (-3.46), cae en zona de aceptación de la hipótesis nula de no estacionariedad y el p-test con el precio nominal es 72.27 y con el precio real es 9.47 al compararlo con su valor crítico del 1% (4.05) cae en zona de rechazo de la hipótesis nula de estacionariedad. En cuanto al test ZA con el precio nominal, al aplicarlo da en el valor estadístico -5.08 y con el precio real es -4.83 al compararlo con el valor crítico del 1% (-5.57), cae en zona de aceptación de la hipótesis nula de no estacionariedad, al diferenciar la serie de tiempo una vez, da como resultado ser estacionaria.

Los resultados son concluyentes las series tanto nominales como reales son no estacionaria e integradas de orden 1.

4.3. Pruebas de raíz unitarias para celulosa

Al igual que con la serie anterior se analizará con los mismos test.

Tabla 2. Resumen de los resultados de los test estadísticos para la estacionariedad para celulosa.

	DFA	KPSS	ERS		ZA	Conclusión	
	Tendencia	1 lags	df-gls	p-test			
Cel. Chile P. Nominal	-4.2985	4.0598	-1.2901	6.3388	-6.718	I(0), I(1)	
Cel. Chile P. Real	-3.3321	1.9762	-1.0236	13.659	-6.409	I(1)	
Valores Críticos							
1%	-3.99	0.739	-2.58	1.91	-5.57		
5%	-3.43	0.463	-1.94	3.17	-5.08		
10%	-3.13	0.347	-1.62	4.33	-4.82		
	Constante	4 lags					
Cel. Chile P. Nominal	-2.3761	1.8295					I(1)
Cel. Chile P. Real	-3.2015	0.9113					I(1)
Valores Críticos							
1%	-3.46	0.739					
5%	-2.88	0.463					
10%	-2.57	0.347					

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en programa R

En cuanto al test DF con el precio nominal, al aplicarlo da en el valor estadístico -4.29 y con el precio real da -3.33 al compararlo con el valor crítico del 1% (-3.99), cae en zona de rechazo (precio nominal) y aceptación (precio real) de la hipótesis nula de no estacionariedad. En cuanto al test de KPSS con el precio nominal, al aplicarlo da en el valor estadístico 4.05 y con el precio real da 1.97 al compararlo con el valor crítico del 1% (0.73), cae en zona de rechazo de la hipótesis nula de estacionariedad, al diferenciar la serie de tiempo una vez, da como resultado ser estacionaria. En cuanto al test ERS con el precio nominal, el valor estadístico $df-gls$ es -1.29 y con el precio real es -1.02 al compararlo con el valor crítico del 1% (-2.58), cae en zona de aceptación de la hipótesis nula de no estacionariedad y el p-test con el precio nominal es 6.33 y con el precio real es 13.65 al compararlo con su valor críticos del 1% (1.91) cae en zona de rechazo de la hipótesis nula de estacionariedad. En cuanto al test ZA con el precio nominal, al aplicarlo da en el valor estadístico -6.71 y con el precio real da -6.40 al compararlo con el valor crítico del 1% (-5.57), cae en zona de rechazo de la hipótesis nula de no estacionariedad.

Los resultados son concluyentes las series reales son no estacionarias e integradas de orden 1.

4.4. Cointegración de las series de tiempo

Johansen

Para utilizar este test se aplicarán distintos modelos para así tener una mirada más amplia y dar un veredicto con más argumentos, se usará una relación en donde la troza pulpa es explicada por la celulosa comparando los precios nominales con los precios reales.

Tabla 3. Resumen de los resultados del test de Johansen.

Type	Ecdet	K	Spec	Precio Nominal		Precio Real	
				r=0	r<=1	r=0	r<=1
eigen	constante	3	Transitory	21.54	11.54	16.22	5.24
<i>Valores Críticos</i>							
			1%	20.20	12.97	20.20	12.97
			5%	15.67	9.24	15.67	9.24
			10%	13.75	7.52	13.75	7.52
trace	tendencia	2	Transitory	40.09	17.63	27.06	9.82
<i>Valores Críticos</i>							
			1%	30.45	16.26	30.45	16.26
			5%	25.32	12.25	25.32	12.25
			10%	22.76	10.49	22.76	10.49
trace	nada	2	Transitory	26.93	6.38	22.70	7.15
<i>Valores Críticos</i>							
			1%	23.52	11.65	23.52	11.65
			5%	17.95	8.18	17.95	8.18
			10%	15.66	6.50	15.66	6.50
trace	constante	2	Transitory	32.52	8.19	23.14	7.52
<i>Valores Críticos</i>							
			1%	24.60	12.97	24.60	12.97
			5%	19.96	9.24	19.96	9.24
			10%	17.85	7.52	17.85	7.52
trace	constante	2	Longrun	32.52	8.19	23.14	7.52
<i>Valores Críticos</i>							
			1%	24.60	12.97	24.60	12.97
			5%	19.96	9.24	19.96	9.24
			10%	17.85	7.52	17.85	7.52
eigen	tendencia	2	Transitory	22.46	17.63	17.24	9.82
<i>Valores Críticos</i>							
			1%	23.65	16.26	23.65	16.26
			5%	18.96	12.25	18.96	12.25
			10%	16.85	10.49	16.85	10.49
eigen	constante	2	Transitory	24.32	8.19	15.62	7.52
<i>Valores Críticos</i>							
			1%	20.20	12.97	20.20	12.97
			5%	15.67	9.24	15.67	9.24
			10%	13.75	7.52	13.75	7.52
trace	constante	2	Longrun Season=4	31.55	8.42	22.78	7.36
<i>Valores Críticos</i>							
			1%	20.20	12.97	20.20	12.97
			5%	15.67	9.24	15.67	9.24
			10%	13.75	7.52	13.75	7.52

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en programa R

Los resultados con los valores nominales con los distintos modelos analizados son confusos, dado que hay modelos que muestran una cointegración al límite del valor crítico,

otras que muestran una cointegración holgada respecto a los valores críticos, mientras que hay otras que se produce una contradicción dado que se aceptan las dos hipótesis al mismo tiempo, tanto la de no cointegración como la de cointegración. Por otro lado, los resultados con los valores reales con los distintos modelos analizados son concluyentes dado que todos llegan a la misma conclusión, si bien es cierto, hay modelos que se deben comparar al 10% para que arroje el resultado deseado, no existen modelos que arrojen una inconsistencia como aceptar las dos hipótesis como pasaba con los valores nominales.

Engle-Granger

Para la aplicación de este test se verán cuatro perspectivas, por un lado, que el precio nominal de la celulosa explique al precio nominal de la troza pulpable, quedando un modelo $\ln trput = -0.21497 + 0.86060 \ln ccclt$, por otro lado, que el precio nominal de la troza pulpable explique al precio nominal de la celulosa, quedando un modelo $\ln ccclt = 6.64487 + 0.51635 \ln trput$, en donde en ambos modelos $\ln trput$ es el logaritmo del precio nominal de la troza pulpable y $\ln ccclt$ es el logaritmo del precio nominal de la celulosa. Por otro lado, que el precio real de la celulosa explique al precio real de la troza pulpable, quedando un modelo $\ln rtrput = 9.07949 + 0.10511 \ln rccclt$, por otro lado, que el precio real de la troza pulpable explique al precio real de la celulosa, quedando un modelo $\ln rccclt = 5.5592 + 0.6425 \ln rtrput$, en donde en ambos modelos $\ln rtrput$ es el logaritmo del precio real de la troza pulpable y $\ln rccclt$ es el logaritmo del precio real de la celulosa. Como se explicó en un anterior capítulo para saber si el modelo representa una cointegración de las variables se deben analizar los residuos de los modelos, en donde si estos son estacionarios es porque hay una cointegración, en la siguiente tabla se resumen los datos.

Tabla 4. Resumen de los resultados del test Engle-Granger.

	Nominal	Real
	DFA	
Res Troza~cel	-3.3594	-2.3476
Res Cel~troza	-3.3617	-3.404
	Valores Críticos	
1%	-2.58	-2.58
5%	-1.95	-1.95
10%	-1.62	-1.62

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en programa R

Los resultados arrojan que los residuos de los distintos modelos son estacionarios al 5% de significancia por lo que hay cointegración entre las variables tanto para precios nominales como para precios reales. Se seguirá analizando con otro test para así complementar la información obtenida y dar un veredicto final.

Dado los resultados obtenidos en cuanto a cointegración en donde el test Engle-Granger y Johansen arrojan una cointegración, se usará un vector de corrección de errores para ver la relación a corto plazo de las variables.

4.5. Vector de corrección de errores (VEC)

En la industria forestal, la troza es el factor de producción primaria. El efecto del cambio en el precio del producto del precio del factor es explicado por la teoría de la demanda derivada (Tomek and Robinson, 1990). Si la demanda por el producto aumenta, en este caso la celulosa, y todo lo demás permanece igual, este precio aumenta y una gran cantidad es producida. Esto induce a que aumente la demanda por el factor (troza), lo que conlleva que aumente su precio. Este proceso de ajuste termina cuando el nuevo mercado de equilibrio es establecido. Por lo tanto, la teoría indica que el precio de la troza es afectado positivamente por el precio de la celulosa. Además, un efecto simétrico es posible con un shock negativo en la demanda de la troza lo que conduce a un incremento en el precio de esta misma, lo que conllevaría a un aumento del valor del precio de la celulosa,

considerando que todo lo demás quede igual. Para esta relación se tomarán en cuenta solo los precios reales de la troza y celulosa dado que dichas series se comportaron de una manera más adecuada a lo largo del estudio.

$$\Delta \ln \text{trput}_t = -0.000072 - 0.055149e_{t-1}$$

$$\Delta \ln \text{rcclt}_t = -0.008916 + 0.06806e_{t-1}$$

Los resultados arrojados muestran que el error de corrección tiene los signos apropiados. El coeficiente de corrección de error negativo en la primera ecuación (-0.0551) indica que $\Delta \ln \text{trput}$ (logaritmos de troza pulpable) cae mientras que el coeficiente de corrección de error positivo en la segunda ecuación indica que $\Delta \ln \text{rcclt}$ (logaritmos de celulosa) aumenta, cuando hay un error cointegrante positivo. Esta conducta (cambio negativo en la troza y cambio positivo en la celulosa) corrige el error cointegrante. El coeficiente de corrección de error (-0.055) es significativo al 1%, esto indica que el ajuste trimestral de la troza ($\ln \text{trput}_t$), será sobre un 5% de la desviación de la troza ($\ln \text{trput}_{t-1}$) desde este valor cointegrante 0.10511 celulosa ($\ln \text{rcclt}_{t-1}$). Esto es un lento ratio de ajuste. Por el otro lado, el coeficiente de corrección de error en la segunda ecuación (0.068) es significativo al 10%, esto indica que el ajuste trimestral de la celulosa ($\ln \text{rcclt}_t$), será sobre un 6% de la desviación de la celulosa ($\ln \text{rcclt}_{t-1}$) desde este valor cointegrante 0.6425 troza ($\ln \text{trput}_{t-1}$). Esto también es un lento ratio de ajuste.

Como se aprecia en los resultados existe una relación desde los dos puntos de vista, sin embargo, en esta investigación se parte de la premisa de la demanda derivada, en donde el precio extranjero afecta al precio de la troza pulpable de Chile, dado que nuestro país es muy pequeño en el mercado mundial de celulosa, por lo que aunque se quemen los bosques chilenos y haya una baja en la oferta de la troza, y por lógica debería subir el precio de la celulosa, al país comprador (en nuestro caso China) poco le importara eso, fijando el precio

que el estime conveniente, dado que China maneja una amplia gama de vendedores de celulosa por lo que Chile es solo uno más en la lista y puede ser reemplazado.

5. Capítulo 5: Conclusiones

Conclusión

El tema tratado en esta investigación estudia el mercado forestal chileno y especialmente los precios de su producto más importante, 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. 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 (9^{na} región) y Los Ríos (10^{ma} región). Siendo la más importante la Región del Biobío (8^{ba} región). Los principales productos forestales chilenos exportados son la celulosa, la madera aserrada y los tableros. Con destinos mayoritariamente en China, USA y Corea. 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 trecientas mil personas.

El precio nominal de las trozas pulpables 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. La celulosa blanqueada ha experimentado muchas variaciones a lo largo del tiempo, dado que las variaciones sufridas están sujetos directamente a crisis mundiales. En cuanto al análisis del precio real, se observa que no tiene una tendencia tan marcada como en los precios nominales, esto principalmente porque están influenciados por el IPC.

Para el análisis de estacionariedad las series de tiempo de la troza y celulosa son no estacionarias y de orden 1, $I(1)$. Esta situación es típica de series económicas.

En los test de cointegración, los resultados del test de Johansen son más concluyentes en los precios reales del modelo, dado que los resultados de los distintos modelos apuntan hacia el mismo lado, sin embargo, en los precios nominales existen modelos que se contradicen unos con otros. Por el lado de Engle-Granger los resultados arrojan que los residuos de los distintos modelos son estacionarios por lo que hay cointegración entre las variables tanto para precios nominales como para precios reales.

El modelo resultante de Engle-Granger fue $\ln p_{trp} = 9.07949 + 0.10511 \ln p_{cl}$, donde se sigue la lógica de la demanda derivada, en donde el factor celulosa afecta al factor troza, además se usaron los precios reales dado que se comportaron de mejor manera a lo largo del estudio.

Al realizar el análisis a corto plazo con el vector de corrección de errores se arroja claramente una relación, en donde el ajuste de la troza es lento cuando ocurre un cambio en la celulosa.

Como se analizó en los test de cointegración se encontró una relación a largo plazo entre la celulosa y la troza pulpable, haciendo entender que la celulosa explica a la troza pulpable. Por otro lado, en el análisis de vector de corrección de errores se demuestra que existe una relación a corto plazo. Por lo que los precios se estabilizan tanto al corto plazo como al largo plazo.

Se comprobó lo que se planteaba desde un principio en esta investigación, que el precio interno de venta de la troza pulpable es afectado por el precio de venta al extranjero de la celulosa, dado que el mercado externo es más fuerte, como China es quien consume gran

cantidad del producto (aproximadamente 60% de toda la venta hacia el exterior de Chile) está en posición ventajosa para fijar precios.

También se comprobó que debiera existir una relación en el modelo de que la troza pulpable explique a la celulosa, pero se sabe que, aunque Chile sufra desastres y la oferta de la troza se vea afectada, y su precio suba, este efecto puede no se transfiere a la celulosa, dado que no esta en una posición ventajosa, para imponer precios al extranjero, esto dado que China maneja una amplia gama de vendedores, por lo que Chile es solo uno más en la lista.

El bajo ratio de ajuste puede ser explicado dado que el mercado chileno de la celulosa es particular, solo dos empresas son productoras de celulosa (CMPC y ARAUCO) y existe miles de productores de troza pulpable, por lo que la variación del precio de la celulosa es manejada por solo dos empresas, lo que les da un amplio poder negociador. Por otro lado, muchos productores de trozas pulpables, tienen como dueño una de estas dos empresas productoras de celulosa, por lo que, si existe variación en el precio, estas lo absorben.

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. 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.
5. 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.
6. Baquedano, F. G., & Liefert, W. M. (2014). Market integration and price transmission in consumer markets of developing countries. *Food Policy*, 44, 103-114.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Ben-Kaabia, M., Gil, J. M., & Boshnjaku, L. (2002). Price transmission asymmetries in the Spanish lamb sector. *Zaragoza (Spain)*, 28, 31.
11. 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.
12. 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.
13. CONAF (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].
14. CORMA (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].
15. CORMA (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].
16. 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.
17. Dutoit, L., Hernández, K., & Urrutia, C. (2010). *Transmisión de precios en los mercados de maíz y arroz en América Latina*. CEPAL.

18. 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.
19. Engle, R.F., Granger, C.W.J., 1987. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica* 55 (2), 251–276.
20. Enke, S. (1951). On maximizing profits: A distinction between Chamberlin and Robinson. *The American Economic Review*, 566-578.
21. Fackler, P. L., & Goodwin, B. K. (2001). Spatial price analysis. *Handbook of agricultural economics*, 1, 971-1024.
22. Ganneval, S. (2016). Spatial price transmission on agricultural commodity markets under different volatility regimes. *Economic Modelling*, 52, 173-185.
23. Ghafoor, A., & Aslam, M. (2012). Market integration and price transmission in rice markets of Pakistan (No. 12-08). SANEI working paper series.
24. Goychuk, K. (2013). Analysis of the Asymmetric Price Transmission in the Ukrainian Wheat Supply Chain. FAPRI-MU Report, 05-13.
25. 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.
26. 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.
27. INFOR. (2016). Boletín Estadístico Marzo 2016. *Mercado Forestal*, 64, 12-22.
28. INFOR. (2016). Boletín Marzo 2016. *Precios Forestales*, 156, 9-13.
29. INFOR. (2016). Exportaciones Forestales Chilenas Marzo 2016. *Instituto Forestal*, Enero-Marzo 2016, 4-17.
30. INFOR. (2017). Anuario Forestal 2017. *Instituto Forestal* 2017, 7-135.
31. 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.
32. Lee H., 1993. Seasonal cointegration: The Japanese consumption function. *Econometrics*, 55:275-298.
33. Liefert, W. (2009). *The transmission of exchange rate changes to agricultural prices*. DIANE Publishing.
34. 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.
35. Masih A. and Mashi R., 1996. Energy consumption and real income temporal causality, results for a multi-country study based on cointegration and error correction techniques. *Energy Economics*, 1:165-183.
36. Maslyuk S. and Smyth R., 2009. Cointegration between oil spot and future prices of the same and different grades in the presence of structural change. *Economics and Business*, 65:1-63.
37. Minot, N. (2010). *Transmission of world food price changes to markets in Sub-Saharan Africa*. Washington: International Food Policy Research Institute.

38. Mukherjee, T. K., & Naka, A. (1995). Dynamic relations between macroeconomic variables and the Japanese stock market: an application of a vector error correction model. *Journal of Financial Research*, 18(2), 223-237.
39. 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.
40. 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).
41. Samuelson, P. A. (1952). Economic Theory and Mathematics--An Appraisal. *The American Economic Review*, 42(2), 56-66.
42. Varela, G. J., & Taniguchi, K. (2013). Asymmetric Transmission in Wheat Flour Markets in Indonesia.
43. Vavra, P., & Goodwin, B. K. (2005). Analysis of price transmission along the food chain.
44. Yang H., 2000. A note on casual relationship between energy and GNP in Taiwan. *Energy Economics*, 22:309-317.
45. 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.
46. 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.