



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

Tesis para optar al grado de Magíster en Dirección de  
Empresas

**“EFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE  
LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A  
PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE  
COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD”**

Estudiante

**Jonathan I. Labra Hernández**

Profesor Guía

**Juan Cabas Monje**

Chillán, marzo de 2016

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Tabla de contenido**

RESUMEN..... 3

INTRODUCCIÓN..... 4

    Justificación de Problema..... 4

    Objetivos de la investigación ..... 5

    Metodología de la investigación ..... 6

    Estructura de la investigación..... 7

CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DEL MERCADO LÁCTEO INTERNACIONAL Y SU EFECTO EN CHILE..... 8

    1.1.- Análisis de los principales participantes de la industria ..... 8

    1.2.- Análisis del contexto actual del mercado chileno..... 20

CAPÍTULO 2: COINTEGRACIÓN Y TRANSMISIÓN ESPACIAL DE PRECIOS. .... 35

    2.1.- Aspectos relevantes de la teoría de cointegración ..... 35

    2.2.- Descripción del modelo a utilizar ..... 39

        2.2.1.- Cointegración por Engle y Granger..... 39

        2.2.2.- Modelos de Corrección de Error ..... 40

        2.2.3.- Modelos TAR y MTAR ..... 41

        2.2.4.- Análisis de volatilidad en series de tiempo..... 42

CAPÍTULO 3: COINTEGRACIÓN ..... 46

    3.1.- Variables a utilizar ..... 46

    3.2.- Descripción de las series temporales ..... 46

        3.2.1.- Precio pagado a productor chileno..... 47

        3.2.2.- Precio Internacional Leche en Polvo Entera (LPE) ..... 48

        3.2.3.- Precio Internacional Leche en Polvo Descremada (LPD)..... 49

        3.2.4.- Precio Internacional Queso Cheddar ..... 50

    3.3.- Estacionariedad de las series y cambio estructural ..... 52

    3.4.- Desarrollo y aplicación de los modelos..... 58

        3.4.1 Modelo 1: Precio Productor Local ~ Precio Internacional LPE ..... 59

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A  
PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

|   |    |
|---|----|
| 3.4.2 Modelo 2: Precio Productor Local ~ Precio Internacional LPD .....           | 63 |
| 3.4.3 Modelo 3: Precio Productor Local ~ Precio Internacional Queso Cheddar ..... | 66 |
| 3.5.- Análisis de volatilidad de las series de tiempo.....                        | 71 |
| CONCLUSIONES .....  | 77 |
| BIBLIOGRAFÍA.....   | 80 |

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**RESUMEN**

La presente investigación busca realizar una descripción del mercado lácteo, tanto a nivel internacional en donde destacan los grandes países productores de productos lácteos como lo son Estados Unidos, La Unión Europea, Nueva Zelanda, Australia, entre otros, así como la situación nacional que afecta a los productores, quienes se manifiestan perjudicados en relación con el precio que se les paga por la leche, con el fin de evaluar las asimetrías en la transmisión de precios entre el precio internacional y el precio pagado a productor nacional (Chile), a partir de los datos publicados por ODEPA. Los resultados obtenidos del análisis coyuntural de Chile, indican que la industria nacional presenta una concentración preocupante, formándose un oligopsonio con las procesadoras de leche, lo que genera que estas tengan un alto poder de mercado e influyan en el precio. Asimismo, el análisis cuantitativo fue realizado siguiendo la metodología de Engle y Granger asumiendo simetría en la transmisión, y con modelos de cointegración por umbral (modelos TAR, MTAR y sus consistentes) utilizados para explicar la transmisión asimétrica. Los resultados del análisis indican que las series de tiempo están cointegradas, existiendo asimetría en la transmisión de precios en dos de los tres modelos estimados, según el método de ajuste asimétrico MTAR consistente. Finalmente, se agrega una aproximación a la economía agraria, aplicando un modelo de volatilidad GARCH(1,1) para modelar las series de tiempo.

## **INTRODUCCIÓN**

### **Justificación de Problema**

Hasta principios del siglo 21, Chile era un importador neto de leche (incluido sus derivados como mantequilla, queso, leche en polvo), desde entonces, dicha condición se modificó y Chile pasó a ser un exportador neto de leche, indicando que la cantidad exportada es mayor a la cantidad importada. De lo anterior se obtiene que la leche “circulante” en el país tiene, por una parte, un origen nacional, y por otra, un origen extranjero, especialmente neozelandés.

Dado que la leche es una materia prima de transacción económica mundial (conocido como commodities), esta está sujeta a las variaciones propias de estos productos, que no es menor en comparación a otros bienes transables. En los últimos años, el precio de la leche ha variado notoriamente, pero la tendencia al alza ha sido marcada desde 2009 en adelante.

La teoría microeconómica señala que cuando un país es pequeño, y por lo tanto la compra o venta que éste pueda realizar en el escenario económico mundial no pueda afectar el precio, dicho país utilizará como espejo para la determinación de los precios a pagar (tanto de importación, como de exportación) el precio mundial establecido. Dado que, en Chile, la leche utilizada tiene procedencia tanto local como extranjera, al mismo tiempo que Chile es un país pequeño, cuya producción o compra y venta de leche no tiene la capacidad para afectar el precio mundial, un índice válido para determinar los precios a pagar, tanto de importación como de exportación, sería el precio internacional de la leche.

Lo anterior se presenta de forma general en las exportaciones de leche, en donde el precio internacional es tomado como un índice válido para determinar el precio de venta final. En las importaciones la situación varía particularmente con las grandes empresas receptoras de leche (como lo son Soprole o Nestlé), pues éstas suelen importar leche desde sus matrices ubicadas en otros países, y en donde el precio de compra es más conveniente (lo anterior se denomina precios de transferencia).

Dado el escenario antes descrito, se procederá a comentar la situación de los productores locales de leche. La leche “circulante” en el país y que es de origen chileno, proviene mayoritariamente desde el sur de Chile y tiene su asiento en productores locales de leche. Dichos productores son el primer eslabón de esta cadena productiva, y son éstos quienes

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

abastecen a las empresas receptoras de leche que luego transforman dicha materia prima en variados productos (leche fluida descremada, semidescremada, queso, mantequilla, entre otros). La situación de los productores nacionales de leche, con respecto a cuál es el precio justo que debieran recibir por su producto, ha sido tema polémico en la industria desde hace más de una década. Parece no haber relación entre las fluctuaciones del mercado internacional con el precio pagado a nivel local. El presidente de la Federación Nacional de Productores de Leche, al año 2013, describe así la situación "...cuando existen ciclos positivos, la industria se acapara las ganancias, pero cuando ocurre lo contrario, se hace a costa de los productores" (FEDELECHE F.G., 2013a), lo anterior a raíz de una baja en el precio a pagar a productor de \$40, en medio de un escenario internacional positivo para el precio de la leche (pues estaba al alza).

Lo descrito anteriormente, muestra que, al parecer, no existiera un instrumento objetivo que arroje un precio a pagar a los productores nacionales de leche por el lácteo, o si existe, dicho instrumento no es del todo conocida por los productores nacionales de leche.

La situación en cuestión tiene un claro afectado y es el productor nacional de leche, pues éste al parecer, carece de información clara y objetiva por parte de sus clientes respecto al precio a pagar por la leche obtenida. Pero dado que el productor de leche es sólo el primer eslabón en la cadena productiva de la leche, es bastante posible que entre los demás eslabones de la cadena existan otros perjudicados por esta misma situación. Sin perjuicio de lo anterior, aunque dicha situación se localizará sólo en los productores locales de leche, no deja de ser sino un asunto a considerar pues los actores en cuestión son parte del sistema productivo nacional que, en el último tiempo, y como se comentó al inicio, se han transformado en una industria que pasó de importadores netos a exportadores netos, por lo cual la relevancia de la industria lechera nacional no es menor. Debe sumarse a lo anterior que Chile está desde hace algún tiempo ya insertado en la economía global e inclusive es mirado como un país adelantado con respecto a sus pares latinoamericanos en lo que a gobierno y economía se trata, y en dicho contexto, es de esperar que en el corto plazo la transparencia económica sea un asunto exigible a las distintas industrias que operan en el país.

### **Objetivos de la investigación**

Objetivo general:

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

- Analizar la transmisión de precios entre el mercado internacional de la leche y el precio pagado a productor nacional (Chile) en el periodo 2002 – 2014.-

### Objetivos específicos:

- Analizar a los principales países productores de leche que afectan la determinación del precio en Chile. -
- Determinar las características de la transmisión de precios entre el mercado internacional de la leche y el precio pagado a productor nacional (Chile) en el periodo 2002-2014.-
- Determinar la volatilidad de los precios de la leche nacional e internacional en el periodo 2002-2014.-

### Metodología de la investigación

La primera parte del presente estudio aborda el mercado mundial de la leche, para lo cual se recurre a diversas fuentes de información con el fin de conocer a los principales participantes a nivel mundial de este mercado, y también la situación actual de los productores nacionales (Chile) y las características de la industria en la cual participan.

La segunda parte, y central del presente estudio tendrá un enfoque cuantitativo, dado que busca estudiar cómo se transmiten los precios de forma espacial (también llamada transmisión horizontal), es decir, buscar la relación entre los precios internacionales de la leche y el precio pagado a productor nacional (Chile).

Las variables a utilizar en el presente estudio son cuatro, tres por el lado del mercado internacional como lo son las series de: el precio internacional de la leche entera en polvo, precio internacional de la leche descremada en polvo, precio internacional del queso cheddar, todas ellas entre los años 2002 a 2014, y para el caso del mercado doméstico, será la serie del precio pagado a productor local (chileno) de leche en el mismo periodo.

Para lo anterior se utilizará el método econométrico de cointegración, a través de lo planteado por Engle y Granger (con el supuesto de que la transmisión de precios es simétrica) y posteriormente se abordará desde una perspectiva de asimetría en la transmisión, para lo cual se utilizarán los modelos TAR y MTAR y sus respectivos consistentes, con lo cual se elegirá el modelo que mejor se ajusta para realizar el respectivo Modelo de Corrección de Error.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Finalizando el análisis anterior, se agrega una aproximación a la economía agraria, con la aplicación de un modelo de volatilidad GARCH(1,1).

### **Estructura de la investigación**

Para la consecución de los objetivos la presente investigación se ha estructurado en tres capítulos, además de la presente introducción y el apartado de las conclusiones finales.

En el capítulo primero se abordará de manera cualitativa y cuantitativa el mercado mundial de la leche, dando a conocer los principales países que participan y antecedentes interesantes de esta industria. Además, se abordará el mercado nacional (Chile), mostrando las características de la industria en donde destaca el “cuello de botella” que se genera en los eslabones intermedios de la cadena y que afecta a los productores, dando a conocer la problemática que estos poseen, al sentir que los precios que se les pagan no corresponden con las condiciones del mercado mundial. Por último, en este capítulo se plantea un análisis coyuntural con la demanda puesta por parte de FEDELECHE contra algunas empresas del sector, al considerar que esas evitan un comportamiento competitivo de la industria.

En el segundo capítulo se abordará de manera breve lo que es cointegración, para lo cual se toma como punto de partida la no existencia de una única literatura que hable de este tema, más bien, la existencia de diversos trabajos que han abordado la transmisión de precios analizando diversas industrias. En este capítulo se describe la metodología a utilizar, relacionada al análisis de series temporales, y los requisitos que deben cumplir las series para realizar el estudio de cointegración, tanto desde un punto de vista simétrico (Engle y Granger), como para un estudio asimétrico (modelos TAR y MTAR). El capítulo termina con una breve descripción de los modelos de volatilidad ARCH y GARCH.

En el tercer capítulo se lleva a cabo la metodología a utilizar en esta investigación de transmisión espacial de precios, iniciando con un análisis de las series de tiempo a utilizar, para continuar validando las características que deben cumplir las series de tiempo para realizar el proceso de cointegración según Engle y Granger (transmisión simétrica), para posteriormente utilizar los métodos TAR y MTAR para realizar un análisis asimétrico en la transmisión de precios, con el fin de elegir aquel modelo que mejor se adapte para cada uno de los casos. Adicionalmente, se exponen los resultados obtenidos, y se agrega un modelo de volatilidad GARCH(1,1) para tratar de explicar el comportamiento volátil de las distintas series utilizadas en la investigación.



EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Finalmente, en el apartado de las conclusiones se exponen los principales resultados que se han obtenido con la presente investigación.

## **CAPÍTULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DEL MERCADO LÁCTEO INTERNACIONAL Y SU EFECTO EN CHILE**

### **1.1.- Análisis de los principales participantes de la industria**

De acuerdo a la definición otorgada por el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (DRAE), se entiende por leche aquel “Líquido blanco que segregan las mamas de las hembras de los mamíferos para alimento de sus crías.”

Es importante mencionar que cuando nos referimos a la leche, estamos en el contexto de la industria láctea, la cual tiene como finalidad prolongar el tiempo de conservación de este producto perecedero, y generar a partir de la leche, productos de una calidad superior y con mayor aceptación en el mercado, que se ajusten a las necesidades y exigencias del consumidor.

Cuando se habla de la leche se entiende de manera genérica como leche de vaca, usando el nombre del animal cuando nos referimos a otro tipo de leche, como es el caso de leche de cabra, leche de burra, leche de oveja, etc. Es importante destacar, que a partir de la leche se generan los llamados productos lácteos, que de acuerdo al Real decreto 1679/1994<sup>1</sup> se entienden como aquellos "productos derivados exclusivamente de la leche, teniendo en cuenta que se pueden añadir sustancias necesarias para su elaboración, siempre y cuando estas sustancias no se utilicen para sustituir total o parcialmente, alguno de los componentes de la leche y los productos compuestos de leche, en los que la leche o un producto lácteo es la parte esencial, ya sea por su cantidad o por el efecto que caracteriza a dichos productos, en los que ningún elemento sustituye ni tiende a sustituir a ningún componente de la leche".

---

<sup>1</sup> Real Decreto 1679/1994, es de origen español, por el que se establece las condiciones sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos. (Vigente hasta el 17 de febrero de 2008). A partir del 17 de febrero del año 2008 entro en vigor el Real Decreto 1728/2007, de 21 de diciembre, por el que se establece la normativa básica de control que deben cumplir los operadores del sector lácteo. Más información visitar [http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Derogadas/r3-rd1679-1994.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Derogadas/r3-rd1679-1994.html)

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Por otra parte y una definición más actualizada de lo que se entiende por producto lácteo es la que nos entrega Codex Alimentarius<sup>2</sup>, entendiéndola como aquel “producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, n.d.-a). Continuando con lo planteado en la misma publicación, es importante destacar que la variedad de productos lácteos es amplia, dependiendo del país o región en la que se produzca, además de los hábitos alimenticios de la población, las tecnologías disponibles para la elaboración de leche, la demanda de mercado y circunstancia sociales y culturales. Dentro de los llamados productos lácteos encontramos las distintas variedades de leche, ya sea esta leche fluida, leche en polvo entera, leche en polvo descremada, queso, mantequilla, yogurt, entre otros, dado que como se mencionó anteriormente son variados los productos que se pueden fabricar a partir de la leche.

La leche y sus derivados es un producto sugerido para incluir en la dieta del ser humano, siendo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO por su sigla en inglés (Food and Agriculture Organization of the United Nations), esto debido a la riqueza y variedad de sus elementos nutritivos. Por lo anterior, es que se recomienda sobre todo en época de desarrollo (infancia y edad escolar), como en otras situaciones biológicas como es el caso cuando el organismo padece enfermedades, durante el embarazo, la lactancia, etc.

La leche y sus derivados tal como se ha mencionado anteriormente poseen cualidades nutritivas, dado que son alimentos ricos en proteínas y calcio de fácil asimilación, nutrientes muy importantes en etapas de crecimiento y desarrollo, y también para el mantenimiento de la masa ósea y muscular del ser humano. Es importante destacar que la composición de la leche como la concentración de los diferentes nutrientes varía según el tipo de leche, es decir, dependiente de la especie animal, raza, genética, la alimentación del animal, entre otras variables.

En el mundo, la principal leche producida y comercializada es la leche de vaca, por lo cual, el presente informe nos centraremos en el análisis de este tipo de leche y de sus

---

<sup>2</sup> La Comisión del Codex Alimentarius, establecida por la FAO y la OMS en 1963, elabora normas, directrices y códigos de prácticas alimentarias internacionales armonizadas destinadas a proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de los alimentos. Asimismo, promueve la coordinación de todos los trabajos sobre normas alimentarias emprendidos por las organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales. Más información visitar <http://www.codexalimentarius.org/about-codex/es/>

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

productores, dando a entender tal como se usa de manera genérica, el término leche por sinónimo de leche de vaca.

Dentro de las variables más importantes que afectan el comportamiento de la industria láctea mundial tenemos el contexto macroeconómico esperado, la evolución de la población y su localización, así como las políticas de apoyo a la producción, comercialización y/o subvención que generan los países y de las negociaciones internacionales entre los países, todas estas variables afectan a la demanda como a la oferta de productos y al comercio mundial de los mismos (Secretaría de Economía, 2012).

Refiriéndonos al tema de la demanda, a nivel mundial esta ha tenido un crecimiento a medida que pasan los años, siendo explicado en la última década este mayor consumo de lácteos en gran medida por el aumento de la población, el cual explica en alrededor de un 70% el incremento de la demanda, siendo el otro 30% explicado por el incremento en el consumo por habitante (Secretaría de Economía, 2012). Gran parte de este consumo de leche se encuentra en los países industrializados, esto debido a su mayor poder adquisitivo y de un mayor consumo per cápita, debido a la tradición de consumir el producto desde hace muchos años. Por otra parte, si bien el consumo per cápita de leche y productos lácteos es mayor en los países desarrollados, la diferencia con varios de los países en vías de desarrollo se está reduciendo, dado que en estos países (en desarrollo) aumentará la demanda por estos productos a medida que mejoren en variables tanto macroeconómicas como culturales, tales como el ingreso, crecimiento demográfico, urbanización y cambio en los regímenes alimentarios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, n.d.-a). Esto último, se ve reflejado en países de Asia como China e India, que en los últimos años han tenido un fuerte crecimiento económico, además de ser unos países con una alta cantidad de habitantes, condiciones que favorecen al incremento de la demanda por estos productos. Lo expresado anteriormente, queda mejor mostrada en la tabla 1.1.1 en la cual se muestra el consumo per cápita de leche en algunos países.

En los párrafos anteriores se ha mencionado que el consumo de leche a nivel mundial ha crecido en el último tiempo. Si tomamos de referencia los países en desarrollo desde la década 1960 a la actualidad, el consumo de leche se ha duplicado, sin embargo, este producto a tenido un crecimiento mucho menor en comparación a otros productos pecuarios como lo es la carne, la cual su consumo se ha triplicado en estos países, y los

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A  
PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

huevos, cuyo consumo se ha quintuplicado (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, n.d.-a).

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Tabla 1.1.1:** Consumo per cápita de leche

| <b>Nivel de Consumo</b> | <b>Consumo Per Cápita al año</b> | <b>Países</b>   |
|-------------------------|----------------------------------|---|
| <i>Alto</i>             | Mayor a 150 kilogramos           | América del Norte, Argentina, Armenia, Australia, Costa Rica, Europa, Israel, Kirguistán y Pakistán.  |
| <i>Medio</i>            | Entre 30 y 150 kilogramos        | India, Japón, Kenia, México, Mongolia, Nueva Zelandia, la República Islámica de Irán, África septentrional y meridional, la mayoría del Oriente Próximo y la mayor parte de América Latina y el Caribe. |
| <i>Bajo</i>             | Menor a 30 kilogramos            | Vietnam, Senegal, la mayoría de África central y la mayor parte de Asia oriental y sudoriental  |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por la FAO

Por otra parte, tenemos la producción lechera, que de acuerdo a la FAO en las últimas décadas ha aumentado en más del 50%, pasando de 482 millones de toneladas en el año 1982 a 754 millones de toneladas en 2012. Esta producción se distribuye por el mundo, en la cual participan alrededor de 150 millones de hogares, siendo en la mayoría de los países en desarrollo, esta actividad desarrollada por pequeños agricultores, contribuyendo así esta labor a los medios de vida, la seguridad alimentaria y la nutrición de los hogares. Además, la actividad productora de leche genera ganancias relativamente rápidas para los hogares siendo una fuente importante para conseguir dinero en efectivo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, n.d.-b).

Continuando con los países en desarrollo, estos en el último tiempo han incrementado su participación mundial en la producción de leche, siendo explicado este crecimiento por una mayor cantidad de ganado destinados a la producción y no al incremento de productividad por cabeza. Si bien la producción en estos países se ha incrementado, a la vez su productividad se ve limitada por condiciones tales como: la mala calidad de los recursos forrajeros; enfermedades de los animales; limitado acceso a mercados y servicios relacionados a la sanidad animal, crédito y capacitación; y el reducido potencial genético de los animales. Además de lo anterior, en muchos de los países en vías de desarrollo las condiciones climáticas no son favorables para el desarrollo de esta actividad, dado que poseen climas o cálidos o húmedos (Organización de las Naciones

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Unidas para la Alimentación y la Agricultura, n.d.-b). En contraparte, los países desarrollados tienen condiciones favorables para el desarrollo de esta actividad, además de poseer mejores tecnologías que aplican en el proceso de ordeño, sumado a una dieta para el animal más nutritiva, lo que genera finalmente mayor productividad del animal y una leche de mejor condición.

Tal como se ha indicado anteriormente, el clima afecta a la producción de leche, específicamente a los ciclos de producción entre el hemisferio norte y el sur. Dado que mientras es primavera-verano en el hemisferio norte (entre marzo y agosto) este presenta un ciclo alto (acá se ven favorecidos países como EE.UU., Canadá y la Unión Europea), mientras en el sur baja la producción. A la inversa, mientras el hemisferio norte transcurre el otoño-invierno (entre septiembre y marzo) baja su producción, viéndose favorecida la producción generada en el hemisferio sur del planeta, en países tales como Argentina, Australia y Nueva Zelanda (Secretaría de Economía, 2012).

Al año 2000, la producción mundial de leche de acuerdo a la FAO se estima en poco más de 550 millones de toneladas, siendo la leche de mayor producción y consumo la de vaca con casi un 86%, seguida a mucha distancia de la de búfala con un 11%, la cual es producida mayoritariamente en la India y Pakistán. En el mismo año, los principales productores de leche eran Estados Unidos y la India con más de 70 millones de toneladas cada uno.

A continuación se presentan una serie de gráficos<sup>3</sup> que muestra la evolución en la producción de leche y los distintos productos lácteos durante los últimos años, en donde podemos observar que tanto Estados Unidos como los países de la Unión Europea, son el grupo de países desarrollados que siguen siendo los mayores productores de leche a nivel mundial, los cuales son finalmente los que terminan vendiendo sus excedentes en el mercado internacional (Secretaría de Economía, 2012). En primer lugar, los gráficos 1.1.1 y 1.1.2 muestran la evolución de la producción mundial de leche en el periodo 2004-2013 y 2011-2015 respectivamente, se puede apreciar que países como Estados Unidos, India, Brasil y Nueva Zelanda han tenido un crecimiento sostenido durante este periodo, siendo también China un país con un crecimiento marcado hasta el año 2007, teniendo una fuerte caída en el año 2009 para volver a aumentar su producción en los últimos años.

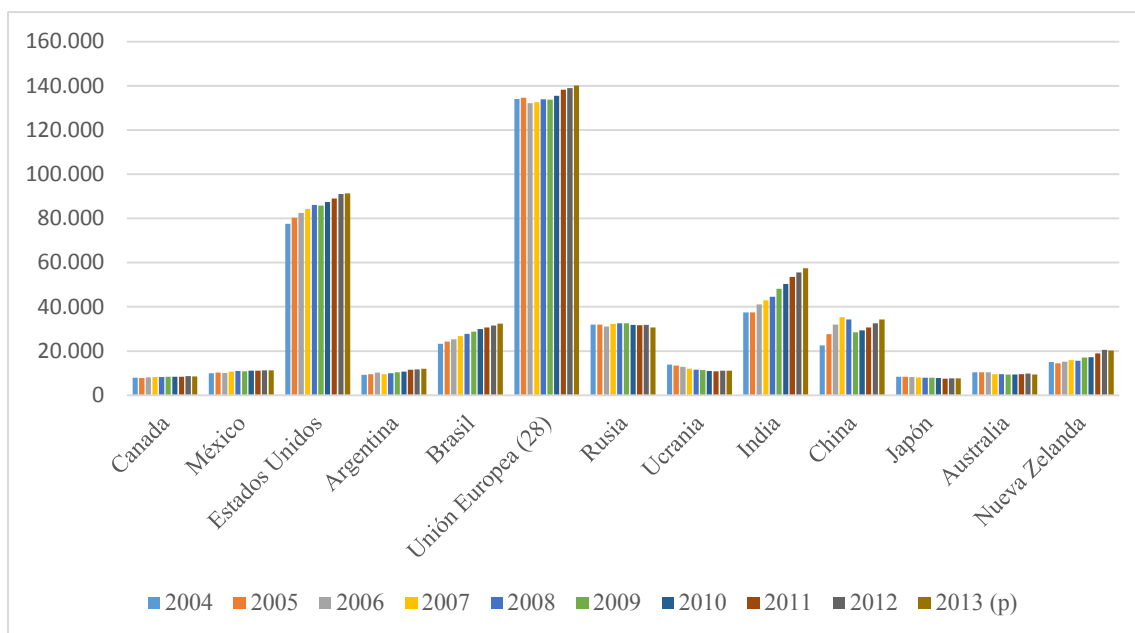
<sup>3</sup> Por motivos de cambio de formato en la información entregada por el USDA a partir del año 2014, en el cual cambian los países de referencia para los principales productos lácteos, es que se presentan para cada uno de ellos dos gráficos, el primero entre los años 2004 – 2013 y el otro para los últimos 5 años (2011 – 2015)

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Por otra parte, países como Ucrania, Australia y en menor medida Rusia y Japón han presentado una tendencia a la disminución o estabilización en la producción lechera en el periodo analizado. Los demás países han tenido un leve crecimiento (como Argentina) o prácticamente han mantenido sus niveles productivos como lo es el caso de Canadá.

En el mercado internacional se trazan diferentes derivados de la leche fluida, como son el queso, mantequilla y leche en polvo. La producción de este último producto (leche en polvo) se puede dividir en dos grupos, la leche entera en polvo y la leche descremada o desnatada en polvo. Si observamos la producción de leche descremada en polvo, su producción la podemos ver marcada en dos grupos de países, por un lado los altamente desarrollados e industrializados como son Estados Unidos y los que forman la Unión Europea, y por otra parte aquellos países con bajos costos de producción como Australia, Nueva Zelanda y Argentina, que además poseen condiciones agroclimáticas favorables y la infraestructura necesaria para la producción eficiente de este producto (Secretaría de Economía, 2012). En los gráficos 1.1.3 y 1.1.4 se puede observar el comportamiento en el periodo 2004-2013 y 2011-2015 respectivamente.

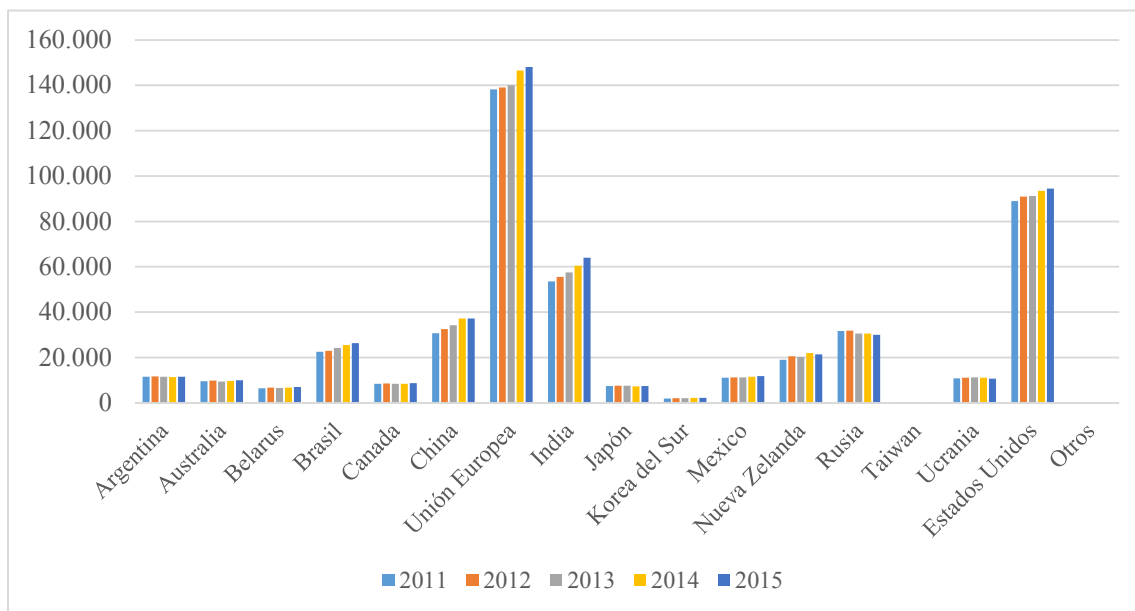
**Gráfico 1.1.1:** Producción leche fluida años 2004-2013 (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).

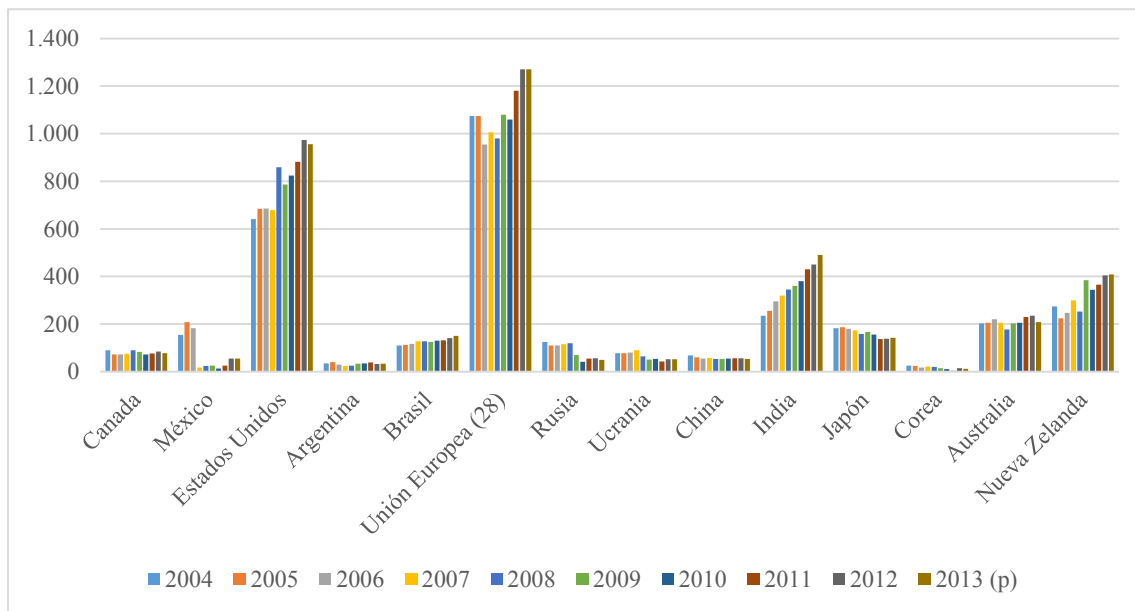
EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Gráfico 1.1.2:** Producción leche fluida años 2011-2015 (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).

**Gráfico 1.1.3:** Producción leche descremada en polvo años 2004-2013 (miles de toneladas)

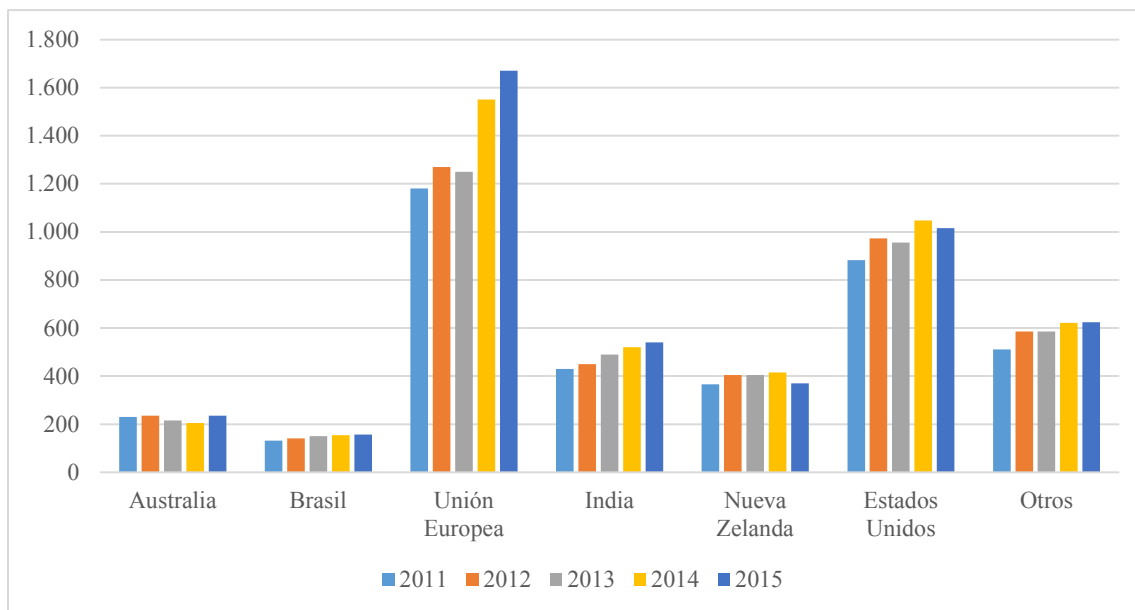


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).



EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Gráfico 1.1.4:** Producción leche descremada en polvo años 2011-2015 (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).

Si observamos el gráfico 1.1.5 que muestra la producción de leche entera en polvo, destaca la producción realizada por Nueva Zelanda, país que ha tenido un fuerte crecimiento en los últimos años en la producción de este producto, además destaca la producción de China con una tendencia al crecimiento hasta la caída en el año 2009, para luego volver a repuntar. A nivel sudamericano destaca la producción realizada por Brasil (sobre 500 toneladas en los últimos años) y Argentina. Por otra parte, Estados Unidos tiene una producción mínima de leche entera en polvo, concentrando más su producción en otros derivados como es el caso de leche descremada en polvo como se observó en el gráfico anterior o en el queso como se observará más adelante.

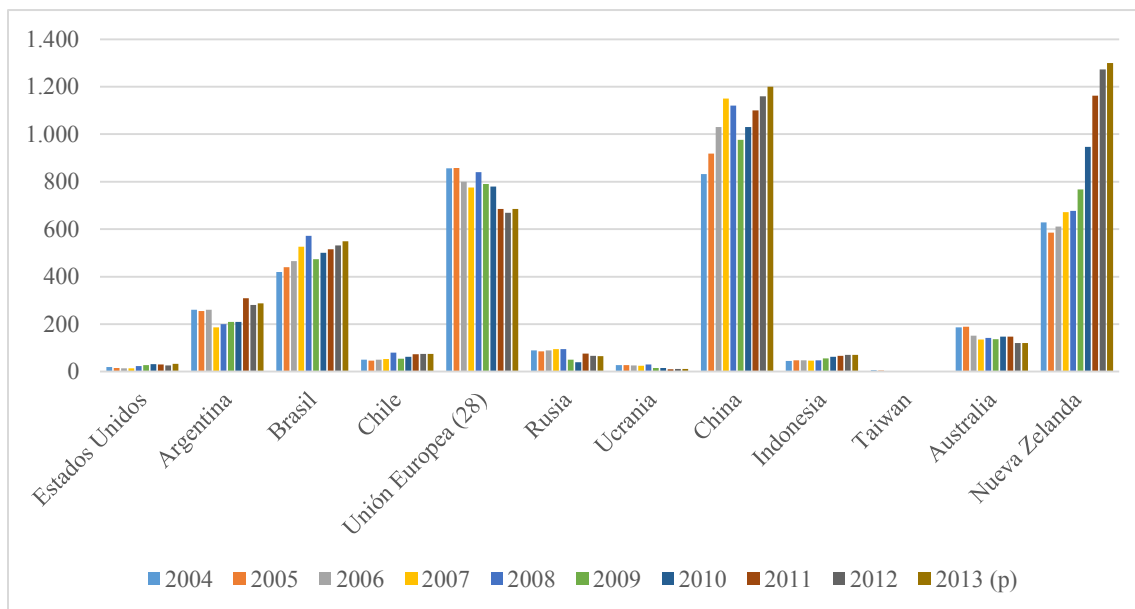
Es relevante destacar, que los principales países exportadores de esta industria son Estados Unidos, la Unión Europea, Argentina, Nueva Zelanda y Australia, quienes venden sus excedentes en el mercado internacional.

En relación a otro de los productos lácteos más comercializado a nivel mundial, en los gráficos 1.1.7 y 1.1.8 se muestra la producción mundial de queso en años 2004-2013 y 2011-2015 respectivamente, en donde destacan los Estados Unidos y la Unión Europea como los principales países productores, con una marcada presencia y tendencia al alza

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

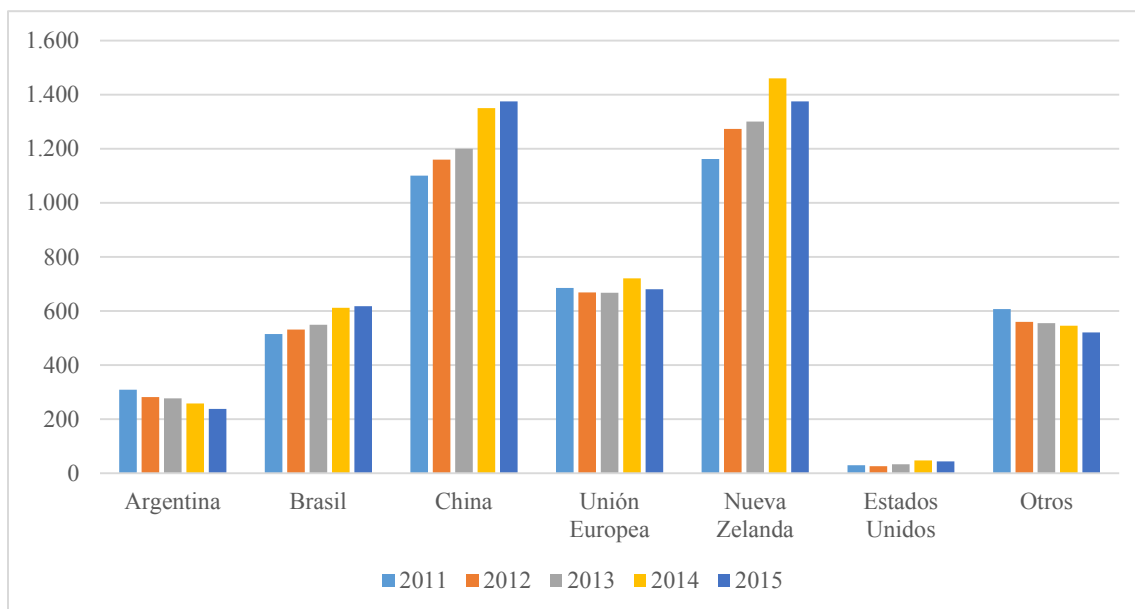
en la producción. Además, hay que destacar a países como Nueva Zelanda y Argentina, debido a que son países importantes en la exportación de queso a nivel mundial.

**Gráfico 1.1.5:** Producción de leche entera en polvo años 2004-2013 (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).

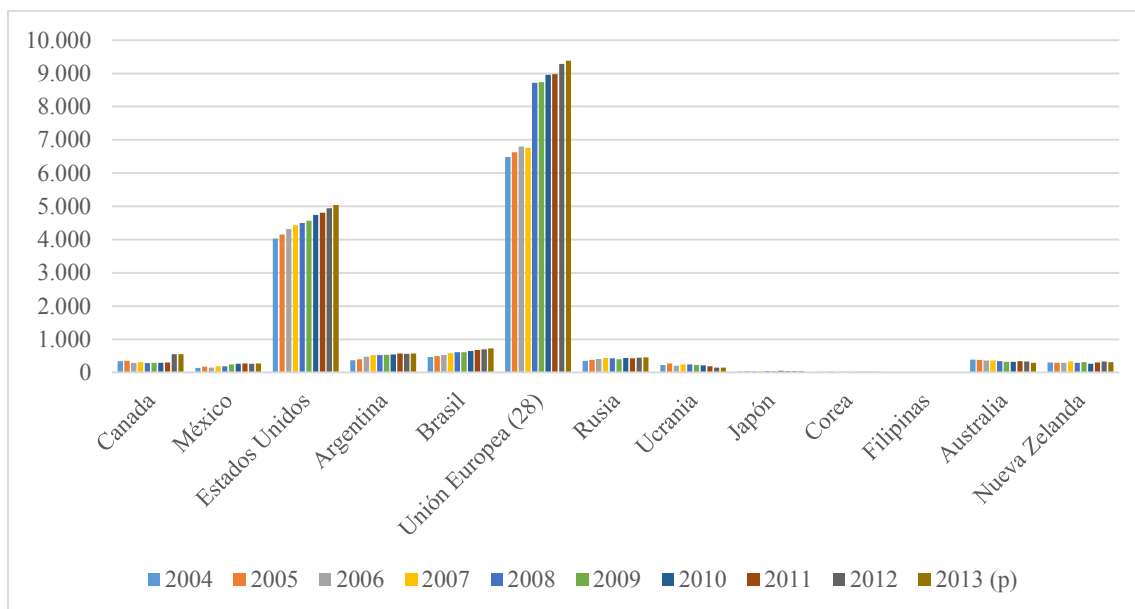
**Gráfico 1.1.6:** Producción de leche entera en polvo años 2011-2015 (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).

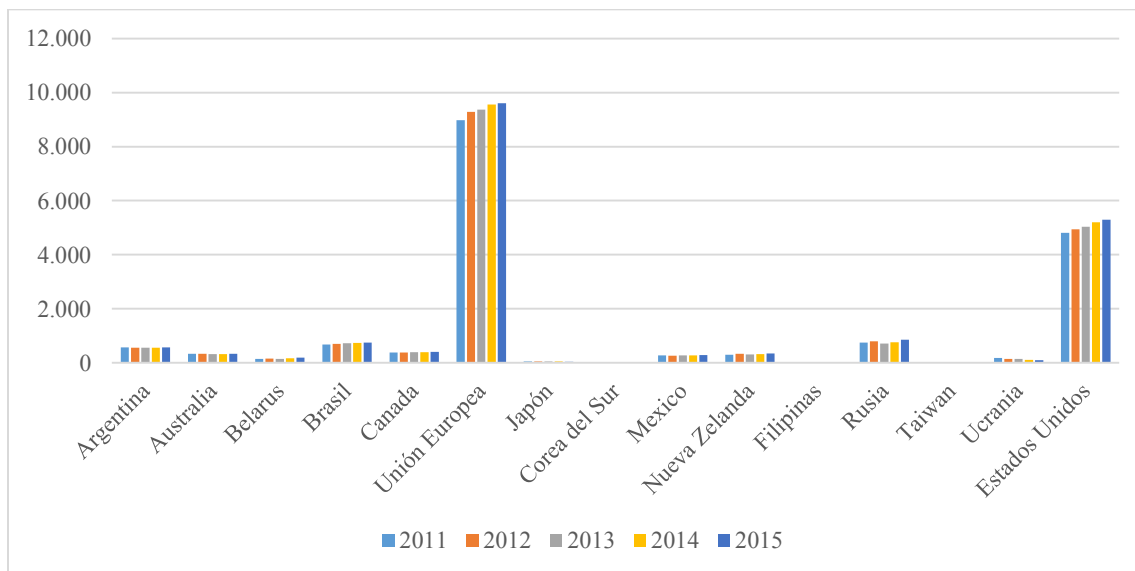
EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Gráfico 1.1.7:** Producción queso años 2004-2013 (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).

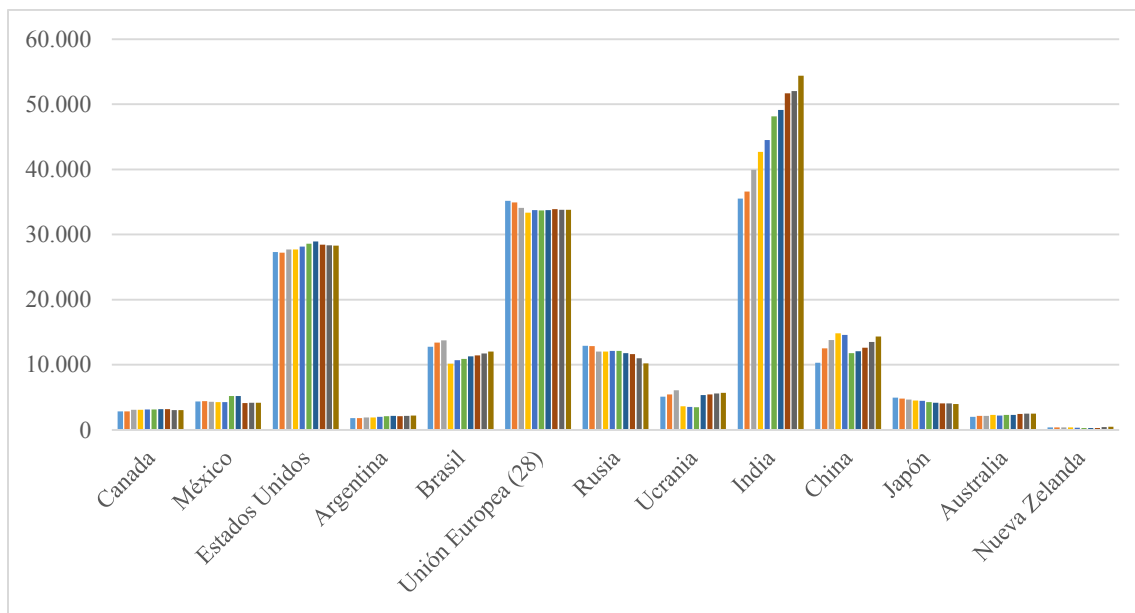
**Gráfico 1.1.8:** Producción queso años 2011-2015 (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).

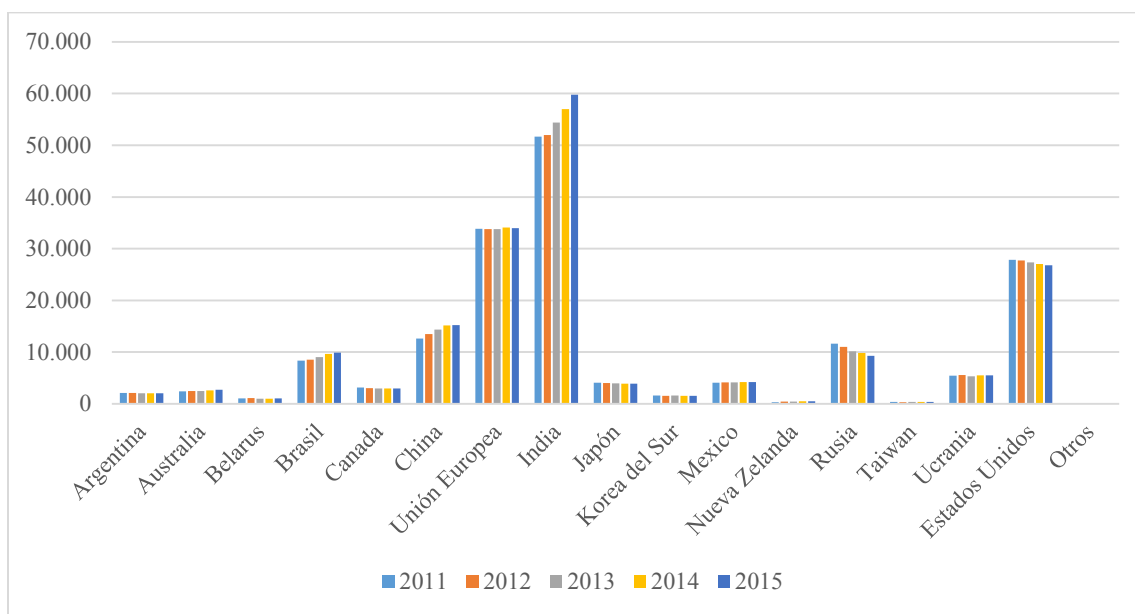
**Gráfico 1.1.9:** Consumo leche fluida años 2004-2013 (miles de toneladas)

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).

**Gráfico 1.1.10:** Consumo leche fluida años 2011-2015 (miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Dairy: World Markets and Trade, United States Department of Agriculture (USDA).

Como se puede apreciar en los gráficos 1.1.9 y 1.1.10 sobre el consumo de leche, la India ha experimentado un fuerte crecimiento en el consumo de leche, esto explicado en gran parte por el crecimiento sostenido que ha tenido la población, además otro actor

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

importante se ha sumado en los últimos años como lo es China. Se estima que para finales de la presente década tanto China como India en conjunto representen alrededor de la tercera parte del consumo mundial de leche (Secretaría de Economía, 2012). Otros datos relevantes los otorga la FAO, los que plantean que en Asia meridional el consumo de leche y productos lácteos se incremente en un 125% para el año 2030, y que en la India alrededor del 50% del consumo de leche se realiza en el mismo proceso de explotación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, n.d.-a).

Siguiendo lo planteado por la FAO, tenemos que los países con mayores excedentes de leche son Nueva Zelanda, los Estados Unidos de América, Alemania, Francia, Australia e Irlanda. Mientras que, por otro lado, los países con mayores déficits de leche son China, Italia, la Federación de Rusia, México, Argelia e Indonesia (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, n.d.-b). Esto se confirma con el reporte de julio de 2015 publicado por el USDA, en el cual contempla que los mayores exportadores de productos lácteos a nivel mundial son Argentina, Australia, Unión Europea, Nueva Zelanda y Estados Unidos (United States Department of Agriculture, 2015).

### **1.2.- Análisis del contexto actual del mercado chileno**

Importante es notar que no existe la posibilidad de analizar el ciento por ciento de la leche producida internamente. Hasta 2005 los datos de ODEPA registrados correspondían al llamado sector formal de la leche (que incluye a la leche entregada en procesadoras con el fin de comercializarlas y que por su puesto constituye el porcentaje mayoritario de la leche producida). Sin embargo, desde dicha fecha ODEPA realiza estimaciones del llamado sector informal de la leche que incluye aquella leche obtenida desde los bovinos y que tiene por fin el consumo familiar de los productores, la alimentación de terneros y la venta en el mercado informal de la leche. La presente investigación trabajará con el llamado sector formal dado que es en aquel ámbito en donde la existencia de datos es real y comprobable. Sin perjuicio de lo anterior se muestra a continuación la tabla 1.2.1 muestra los porcentajes del sector formal como del sector informal de la leche en el período 2003-2010.

Chile produce cerca de 2.745.000 toneladas de leche al año, lo que equivale a un 0,3% de la producción mundial de leche (Bahamonde Medina, 2011). Como es de notar Chile no tiene una marcada influencia en la producción de leche internacional. A nivel sudamericano los principales actores son Argentina y Brasil; es decir, Chile no es un actor

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

relevante ni en el contexto mundial ni tampoco en el contexto local. Con esto en mente, de aquí en más se describirá el escenario local de la industria lechera.

**Tabla 1.2.1:** Clasificación del rubro lechero. Recepción de leche en miles de toneladas.

| <b>Producción/Años</b>  | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Total producción</i> | 2.118       | 2.163       | 2.160       | 2.250       | 2.359       | 2.572       | 2.307       | 2.467       |
| <i>Sector Formal</i>    | 84%         | 88%         | 90%         | 93%         | 91%         | 87%         | 89%         | 89%         |
| <i>Sector Informal</i>  | 16%         | 12%         | 10%         | 7%          | 9%          | 13%         | 11%         | 11%         |

Fuentes: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos del Informe Consorcio Lechero, 2011

Dos son los actores principales del mercado de la leche en Chile, a saber; los productores de leche y las procesadoras del lácteo. Los primeros son aquellas personas naturales que realizan la extracción in situ del lácteo desde los bovinos. Por otra parte, las procesadoras son aquellas que reciben (compran) la leche a los productores y luego procesan la leche a fin de obtener productos tales como leche fluida en sus distintas versiones (descremada, semidescremada, entera, desnatada, entre otras), quesos, yogurt, manjar, leche cultivada, mantequilla, leche en polvo y muchos otros derivados. Luego son las procesadoras quienes ofrecen sus productos a los mayoristas<sup>4</sup> y así pasa a los minoristas a fin de hacérselos llegar al público final. Como pueden observarse, los eslabones en la cadena no son numerosos, pues pueden reducirse a cinco de la siguiente forma;

**Figura 1.2.1:** Eslabones de la cadena del sector lácteo



Fuentes: Elaboración propia

Dado que el objetivo de la presente investigación es analizar la transmisión espacial de precios, tomando como variables el precio pagado a productor y el precio internacional del lácteo, son los dos eslabones iniciales de la cadena quienes concentrarán la atención del análisis, como de los posteriores resultados. Será en este contexto entonces que señalaremos cómo se agrupan y funcionan tanto los productores como las procesadoras.

<sup>4</sup> Es importante notar que existen 3 empresas supermercadistas que controlan el 66% del mercado del retail (D&S, Cencosud y Unimarc). Para un mayor detalle de la cadena industrial completa véase el informe del consorcio lechero 2011 utilizado como bibliografía para la presente investigación.

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

### Productores

Los productores de leche en Chile son alrededor de 8.000, disminuyendo desde los 20 mil existentes a principios de los noventa (Ferrando C., 2012). Estos son los encargados de criar los bovinos y extraer la leche a fin de entregarlas al siguiente eslabón de la cadena. Los productores en conjunto poseen unas 423.000 vacas lecheras con las que se satisface la demanda nacional de leche (Olivares G, 2011), y como ya se mencionó, luego los productores traspasan el lácteo al siguiente eslabón. Es importante notar que los productores tienen la posibilidad de entregar su leche a algunas de las 9 grandes plantas procesadoras (aunque 4 de ellas controlan más del 80% del mercado) o bien entregársela a una de las 99 llamadas empresas menores quienes también entregan el producto a minoristas o al cliente final (Olivares G, 2011).

Los productores están asociados básicamente de las siguientes formas; cooperativas y federaciones (que suelen incluir a asociaciones gremiales de lecheros). A continuación, se señalarán las dos principales organizaciones que agrupan a lecheros en Chile, tanto como cooperando, así también como socios o también como miembros del gremio.

- FEDELECHE

La Federación Gremial Nacional de Productores de Leche, Fedeleche F.G., tiene por fin “desarrollar, fomentar y proteger en Chile la producción de leche, mediante la promoción y el desarrollo de acciones destinadas a mejorar la eficiencia y rentabilidad de los productores y a lograr su participación organizada en la definición de las políticas que regulen su actividad” (FEDELECHE F.G., n.d.). Esta federación tiene una representatividad total del país desde la incorporación de productores de Bío Bío, Llanquihue, Osorno y Valdivia. Fedeleche agrupa a entidades como APROLECHE CENTRO, APROLECHE BIO BIO, APROLECHE OSORNO, APROLECHE A.G. (de la región de los Ríos), APROLECHE IX REGIÓN y AGROLLANQUILLUE. Las anteriores organizaciones son asociaciones de productores lecheros que reúnen al gremio en distintas zonas geográficas del país.

- COLUN

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

El significado de sus siglas es Cooperativa de Leche y sus derivados de la ciudad de La Unión y como su nombre lo indica es una cooperativa que reúne a 730 integrantes socios y que se abastecen de los productores sureños en su mayoría a fin de procesar el lácteo de origen nacional sin recurrir a la importancia extranjera, al mismo tiempo que se busca pagar un precio a los productores que no ponga en riesgo el negocio de estos. Actualmente COLUN lidera el mercado de la recepción de leche en Chile (dado que COLUN es una procesadora de leche) por encima de Soprole quien era el líder hasta el año 2011 en la recepción de leche líquida nacional (Diario Financiero, 2012).

### Procesadores

Las procesadoras importantes en Chile son once a julio de 2014 y son aquellas cuyos envíos de leche están registrados por ODEPA. En la tabla 1.2.2 se puede observar la participación que tienen las distintas procesadoras a nivel nacional en la recepción de leche líquida. Tal como se muestra en la tabla 1.2.2 las principales empresas procesadoras (y receptoras de leche) son COLUN, SOPROLE, NESTLE y WATT´S. Se abordarán en breve a cada una de ellas, excepto COLUN a la cual ya se hizo alusión en el párrafo anterior.

- SOPROLE

Es una empresa dedicada a la producción y comercialización de lácteos y que presenta plantas procesadoras en Santiago, Los Lagos y Osorno. Es propiedad de la mayor empresa exportadora de lácteos FONTERRA la cual posee el 99,4 % de la propiedad de SOPROLE (FONTERRA, n.d.). Soprole poseía hasta 2011 el primer lugar en cuanto a recepción de leche líquida en Chile. En palabras del ex presidente de Fedeleche, Dieter Konow, la baja en la participación de SOPROLE se debe a un “tema de competencia” pues “muchas veces SOPROLE pagaba un precio hasta 7% más bajo a los productores” (Concha M., 2011). Cabe señalar que FONTERRA es de origen neozelandés.

- NESTLE

Es una empresa de origen suizo, ha sido la empresa líder de la industria de alimentos a nivel mundial (Nestlé, n.d.). La empresa con asiento en Chile busca entablar buenas relaciones con sus 12 mil proveedores, de los cuales más de 1.000 son productores lecheros. Cabe señalar que NESTLE y SOPROLE comenzaron el año 2010 la consulta para la fusión en base a un join venture, y el Tribunal de Defensa de la Libre Competencia



EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

presentó ciertos reparos a dicha fusión por lo que ambas compañías depusieron las consultas en 2011 (Valor Futuro, 2011)

- WATT’S

Salvo con la cooperativa COLUN, WATT’S es la única de las otras empresas líderes en recepción de leche fresca que es de origen chileno. La empresa comenzó como una comercializadora de mermeladas y luego se ha diversificado a otros muchos productos. En el sector lácteo es dueña de Loncoleche y Calo (Watt’s, n.d.).

**Tabla 1.2.2:** Participación de las procesadoras en la recepción de leche líquida

| <i>Procesadora</i> | <i>Participación (%)</i> |
|--------------------|--------------------------|
| <i>Colún</i>       | 25,7                     |
| <i>Soprole</i>     | 23,1                     |
| <i>Nestlé</i>      | 20,4                     |
| <i>Watt's</i>      | 12,1                     |
| <i>Surlat</i>      | 6,9                      |
| <i>Valle</i>       | 2,6                      |
| <i>Quillayes</i>   | 2,6                      |
| <i>Lácteos</i>     | 2,5                      |
| <i>Danone</i>      | 2,5                      |
| <i>Chilolac</i>    | 0,9                      |
| <i>Bioleche</i>    | 0,5                      |

Fuente: Informe lácteo ODEPA 2014

Como se ha mencionado, son cuatro las empresas que dominan el mercado con más de un 81% de participación en la recepción de leche fresca. El gráfico 1.2.1 muestra la participación de las cinco empresas con mayores porcentajes en la recepción de leche fluida, mostrada en la tabla 1.2.2 a fin de hacer más didáctico el análisis.

La primera impresión al observar el gráfico 1.2.1 es que el mercado de la recepción de leche presenta una alta concentración. Esto se corrobora mediante la utilización del índice de Herfindahl;

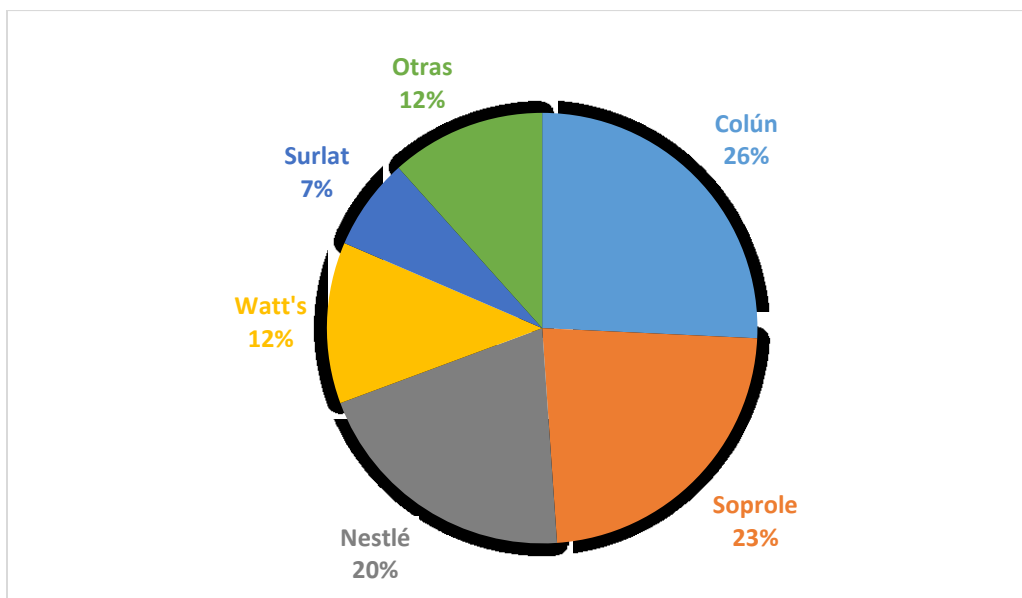
$$H = \sum_{i=1}^n a^2_j$$

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Siendo  $A_j$  = La participación de mercado de la empresa  $j$  elevada al cuadrado.

Se obtiene que el índice<sup>5</sup> es de 1831. Utilizando la legislación estadounidense, ésta estima que un índice superior a 1000 implica un nivel de concentración preocupante (Vial & Zurita, 2011). Por lo anterior, se está en presencia de un mercado (de recepción de leche fluida) que presenta un índice de concentración preocupante, el cual claramente representa un oligopsonio como veremos más adelante.

**Gráfico 1.2.1:** Participación de mercado empresas procesadoras de leche



Fuente: Informe lácteo ODEPA 2014

Aporte lechero nivel país

Dada la heterogénea geografía nacional, sólo algunos sectores del país son propicios y rentables (analizando sobre todo el costo de oportunidad que tendría el dedicar el suelo a otras faenas productivas) para la producción lechera. Es por eso que son cuatro las regiones que aportan significativamente a la producción de leche en el mercado nacional y éstas aportan de forma también distinta entre sí como se muestra en la tabla 1.2.3 a modo de resumen.

**Tabla 1.2.3:** Participación en la recepción de leche por regiones

| <i>Metropolitana</i> | <i>Bio Bio</i> | <i>Araucanía</i> | <i>Los Ríos</i> | <i>Los Lagos</i> |
|----------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|
|----------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|

<sup>5</sup> El cálculo fue realizado a partir de los datos entregados por las 11 procesadoras de leche de la tabla 1.2.2.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

6,4%      9,0%      9,2%      32,2%      43,1%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del informe lácteo de Odepa a Julio de 2014

La tabla 1.2.3 exhibe que más del 75% de la producción total de leche del país es obtenido de dos regiones australes (Los Ríos y Los Lagos), para luego la región novena y octava aportar poco más de un 18%, dejando en la producción de leche, a la región metropolitana con un aporte menor. En seguida se abordará esta situación analizando que el consumo de leche a nivel país presenta una situación dispar, dado que el principal requerimiento de leche proviene de la zona centro, y el menor de la zona austral.

A partir de los datos entregados por el Censo Agropecuario realizado en 2007, es posible establecer cómo están distribuidos los principales consumidores de leche en aquellas regiones en donde existe producción láctea. Lo anterior se puede observar la tabla 1.2.4

**Tabla 1.2.4:** Distribución nacional de los recursos lecheros y consumidores

| <b>Regiones</b> | <b>Producción lechera</b> | <b>N° Vacas</b> | <b>Consumidores</b> | <b>Productores</b> |
|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| V, RM, VI y VII | 8%                        | 9%              | 62%                 | 4%                 |
| VIII            | 10%                       | 9%              | 13%                 | 9%                 |
| IX              | 13%                       | 9%              | 6%                  | 7%                 |
| X <sup>6</sup>  | 70%                       | 72%             | 7%                  | 81%                |

Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Agropecuario 2007, recopilado de Olivares 2011

Como se aprecia, se tiene que en aquellas zonas geográficas dónde existe mayor demanda (medido por el número de consumidores) por productos lácteos, es precisamente donde existe menos producción local de leche. Por el contrario, en aquellas zonas en donde la demanda del lácteo es baja (Región de Los Lagos y Los Ríos) la producción local de leche es la más importante a nivel nacional.

A fin de concluir con la descripción de los principales actores dentro de la Industria lechera, resumiremos los eslabones de la cadena a cuatro (fusionando mayoristas y minoristas a un solo eslabón, a saber; el retail) a fin de mostrar lo compleja que es la industria y centrando el análisis, como se mencionó al principio, en los productores y las procesadoras, lo cual se plasma en la figura 1.2.2, continuando con el análisis en la figura 1.2.3.

<sup>6</sup> En 2007 aún estaban unidas las que hoy son la región de los Ríos y Los Lagos. Actualmente la división político geográfica de aquel lugar corresponde a 2 regiones, la X y la XIV.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

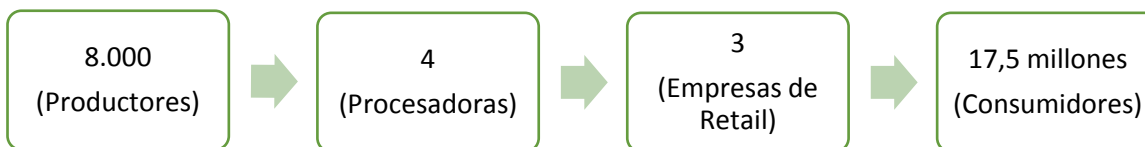
Resumiendo lo anterior en números tenemos entonces; la existencia de alrededor 8.000 productores lecheros, los cuales deben vender su producción a un número acotado de procesadoras importantes<sup>7</sup> (alrededor de 4), las cuales a su vez entregan la leche y sus derivados a 3 empresas fuertes del retail<sup>8</sup>, las que acercan y venden el producto final a los aproximadamente 17,5 millones de consumidores potenciales. Lo anterior lo podemos observar en la figura 1.2.3

**Figura 1.2.2:** Resumen eslabones de la cadena del sector lácteo



Fuentes: Elaboración propia

**Figura 1.2.3:** Cifras de participantes en los distintos eslabones del sector lácteo



Fuentes: Elaboración propia

En resumen, de esta forma opera la industria, mostrando un claro “cuello de botella” entre las grandes procesadoras y el retail. Como se mencionó en párrafos anteriores la investigación se centrará en los productores y el precio que éstos reciben por litro de leche por parte de las procesadoras, que como se dijo antes operan en un mercado concentrado pues 4 de ellas comparten más del 81% de participación de mercado en la recepción de leche fluida, lo que claramente representa un mercado imperfecto, es decir, un oligopsonio.

Elaboración e importación de productos lácteos en Chile

En Chile durante el periodo 2003-2013 la producción de lácteos se concentró en 4 productos, dentro de los que tenemos leche fluida, yogur, leche en polvo y queso. En orden de crecimiento durante el periodo tenemos en primer lugar el queso, seguido del

<sup>7</sup> Es decir, con más del 81% del mercado de recepción de leche fluida en conjunto. Respaldo señalado en el apartado en que se trató el tema.

<sup>8</sup> Con más del 66% de participación en conjunto. Para mayor información revisar nota número 3 al pie de página.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

yogur y en tercer lugar la leche en polvo, con un 67,9%, 64% y 55,2% respectivamente (FEDELECHE F.G., 2013c). En cambio, la producción de leche fluida se mantuvo prácticamente constante en dicho periodo.

En relación a las importaciones estas crecieron en un 210% durante el periodo 2003-2013, pasando desde los 72,9 millones a 225,9 millones de litros. En cuanto a origen de las importaciones, Argentina fue desde el país que más se importaron productos lácteos, con alrededor del 42% en promedio del total importado, situación que empezó a cambiar en el año 2012 donde las importaciones desde Argentina empezaron a caer, llegando a un 29% del total en el año 2013, destacando el fuerte crecimiento de las importaciones desde Nueva Zelanda y Estados Unidos las cuales alcanzaron un 26 y 23% del total de las importaciones respectivamente al año 2013 (FEDELECHE F.G., 2013c).

**Tabla 1.2.5:** Ranking importaciones según origen año 2013 y 2014

| <b>Posición</b> | <b>Año 2013</b>           |                         | <b>Año 2014</b>           |                         |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                 | <b>Origen Importación</b> | <b>% sobre el valor</b> | <b>Origen Importación</b> | <b>% sobre el valor</b> |
| <b>1</b>        | Argentina                 | 28,7%                   | Nueva Zelanda             | 29,2%                   |
| <b>2</b>        | Nueva Zelandia            | 26,5%                   | Argentina                 | 22,1%                   |
| <b>3</b>        | Estados Unidos            | 22,8%                   | EE.UU.                    | 21,4%                   |
| <b>4</b>        | México                    | 5,8%                    | Uruguay                   | 6,5%                    |
| <b>5</b>        | Brasil                    | 3,3%                    | México                    | 4,9%                    |
| <b>6</b>        | Uruguay                   | 2,4%                    | Brasil                    | 3,3%                    |
| <b>7</b>        | Perú                      | 1,7%                    | Irlanda                   | 2,1%                    |

Fuentes: Elaboración propia a partir de Informe Lácteo Chile año 2013 y 2014, FEDELECHE

**Tabla 1.2.6:** Ranking principales productos importados año 2013 y 2014

| <b>Posición</b> | <b>Año 2013</b> |                         | <b>Año 2014</b> |                         |
|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
|                 | <b>Producto</b> | <b>% sobre el valor</b> | <b>Producto</b> | <b>% sobre el valor</b> |
| <b>1</b>        | Queso gouda     | 23,3%                   | Queso gouda     | 24,5%                   |

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

|          |                           |       |                           |       |
|----------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| <b>2</b> | Leche en polvo entera     | 12,5% | Preparaciones infantiles  | 10,2% |
| <b>3</b> | Leche en polvo descremada | 11,6% | Leche en polvo descremada | 10,0% |
| <b>4</b> | Preparaciones Infantiles  | 9,5%  | Mantequilla               | 9,9%  |
| <b>5</b> | Queso mozzarella          | 6,9%  | Queso crema               | 8,1%  |
| <b>6</b> | Queso crema               | 6,2%  | Leche en polvo entera     | 7,6%  |
| <b>7</b> | Mantequilla               | 5,2%  | Queso mozzarella          | 7,0%  |

Fuentes: Elaboración propia a partir de Informe Lácteo Chile año 2013 y 2014, FEDELECHE

En cuanto a los productos lácteos importados, en general el más importante durante el periodo 2003-2013 ha sido el queso gouda, seguido de la leche entera en polvo, leche descremada en polvo y las preparaciones infantiles. Durante dicho periodo los productos que sufrieron el mayor crecimiento en las importaciones ha sido el queso gouda con un 1.231%, en segundo lugar, las preparaciones infantiles con un 374% y en tercer lugar la leche descremada en polvo con un crecimiento de 75% en el mismo periodo, quedando en cuarto lugar y prácticamente sin variación entre los años 2003 y 2013 la leche en polvo entera (FEDELECHE F.G., 2013c). En la tabla 1.2.5 podemos observar un resumen que relaciona al país de origen de las importaciones realizadas por Chile en los años 2013 (FEDELECHE F.G., 2013b) y 2014 (FEDELECHE F.G., 2014), en donde destacan en los tres primeros lugares Nueva Zelanda, Argentina y Estados Unidos. Además, en la tabla 1.2.6 se muestran los principales productos importados en los mismos años, en donde destaca el queso con alrededor del 24% del total importado para cada año, además de la leche entera en polvo con más del 10% del total importado, pasando la leche descremada en polvo del tercer lugar al sexto lugar en el último año. Es relevante destacar, que Argentina destaca en la exportación de queso, Nueva Zelanda en la exportación de leche entera en polvo, y Estados Unidos en la exportación de leche descremada en polvo (entre otros productos).

#### Análisis coyuntural en el mercado de la leche en Chile

En las últimas semanas, que coinciden con la presente investigación, el mercado lácteo nacional se ha visto remecido por la acusación a un grupo de empresas procesadoras en

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

relación a un comportamiento no competitivo. Lo anterior se suma a una serie de acusaciones en relación a que el precio pagado a productores no estaría acoplado con el precio internacional de la leche. Por ser este el foco de nuestra investigación es que analizaremos la situación coyuntural con cierto nivel de detalles a fin de entregar herramientas de análisis cualitativas que complementen mejor los resultados cuantitativos de la presente investigación.

El mercado nacional de la leche está en la palestra por la demanda de FEDELECHE a empresas Soprole, Nestlé y Watt's el día 27 de Agosto de 2014 (San Juan, 2014). La Federación Nacional de Productores de Leche presentó una demanda ante el Tribunal de Defensa de la Libre Competencia en contra de estas tres empresas señalando que "contamos con evidencia sólida de que Soprole, Nestlé y Watt's, han impedido que el mercado de compra de leche cruda en Chile funcione de manera competitiva" (San Juan, 2014). La base de la acusación radica en un comportamiento no competitivo por parte de estas tres procesadoras de leche, las cuales junto a Colún son las más importantes del mercado nacional. Colún queda al margen de la polémica por ser una cooperativa de 700 productores de leche y que, en palabras del gerente técnico de la Asociación Gremial de Productores de Leche de la Región de Los Ríos (APROVAL) que agrupa a los proveedores de Colún, "a diferencia de Soprole, las ganancias que genera la Cooperativa Colún, se quedan en Chile y se distribuyen entre 700 pequeños y medianos empresarios agrícolas de las regiones de Los Ríos y Los Lagos, principalmente" (Toro Agurto, 2014).

Sin embargo, dicha acusación por parte de FEDELECHE viene a denunciar lo que por años era un tema de disgusto para los productores nacionales, con respecto a prácticas no competitivas por parte de las empresas cuestionadas. En esta sección se abordará el planteamiento de los productores y del gremio en general.

FEDELECHE sostiene que "entre septiembre de 2006 y abril de 2014, los productores dejaron de recibir a lo menos US\$737,8 millones como consecuencia del abuso de estas empresas". Por lo anterior el gremio calcula que dichas rentas fueron a parar a manos de estas empresas en las siguientes cantidades: Soprole habría captado 232 millones de dólares, 188 Nestlé y 114 Watt's. Los restantes 203 millones de dólares, declara FEDELECHE, se habrían distribuido entre los demás actores del mercado dado que éstos "reaccionan siguiendo los precios que pagan Soprole, Nestlé y Watt's" (San Juan, 2014). FEDELECHE afirma que el hecho de no haber comprado leche por parte de las procesadoras, influyó en que el precio a pagar por el litro de leche fuera menor que el

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

precio justo, el que calculan de 214 por litro de leche, en donde el precio que se pagó a productores fue de 182.

FEDELECHE sostiene que las procesadoras han ejercido su poder de compra, dado que se encuentran en un mercado concentrado en donde Soprole, Nestlé y Watt's poseen una cuota en conjunto cercana al 80% del total.

Lo anterior es sostenido por Oscar Melo, Ph.D en economía agrícola y de recursos naturales y profesor de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, el cual señala "es difícil la comercialización (de la leche fluida) dado que hay poca competencia", con respecto a las procesadoras señala "los poderes compradores (las procesadoras) tienen una capacidad de fijar esos precios (bajos) dependiendo de cuanta competencia halla" (Canal 13, 2014).

Los dirigentes del gremio de productores alegan que el precio pagado por las procesadoras de leche (especialmente aquellas más grandes) no está acorde con el precio internacional del lácteo. Juan Pablo Aruta, presidente de Aproleche Bio Bio señala "existe un problema de transparencia en el mercado, lo que permite a los principales compradores, como Nestlé y Fonterra (Soprole), principalmente, pagar precios inferiores a los valores internacionales" lo anterior según Aruta es porque "hoy se paga entre 225 y 230 pesos por litro de leche, en circunstancias que antes de comenzar el invierno dicho valor debió subir a \$270" (LaDiscusión.cl, 2014). Por lo tanto, según Aruta existe una diferencia en torno a los \$40 entre el precio que se debiera pagar, basado en el precio internacional, y el precio efectivamente pagado por litro de leche.

Por su parte el actual presidente de FEDELECHE, Juan Horacio Carrasco Hernández, señala "cuando existen ciclos positivos la industria se acapara las ganancias, pero cuando ocurre lo contrario, se hace a costa de los productores". Esto lo declaró en una carta enviada al diario de circulación nacional El Mercurio escrita por 600 productores de leche los cuales señalan que existe un "favorable comportamiento del mercado internacional e interno y un claro desacople del precio pagado a productor con respecto a este positivo escenario" (FEDELECHE F.G., 2013a).

Se tiene entonces, que tanto los principales dirigentes del gremio de productores de leche, como parte de los mismo productores, coinciden en que el precio pagado por litro de leche a productor no está "acoplado" al escenario internacional de la leche, es más, uno de los principales dirigentes afirma que cuando el precio internacional es alto, los



EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

beneficios de ello no son captados por los productores, pero que sin embargo al estar el precio internacional de la leche en un mal escenario, dicha situación sí es traspasada a los productores nacionales.

Dada la situación polémica en este mercado, la editorial del diario La Discusión abordó el tema y se refiere de la siguiente forma a esta industria “Uno de los más claros ejemplos de mercados imperfectos en Chile lo constituye la industria láctea, donde existen muy pocos poderes compradores que ejercen su posición dominante en la fijación de precios a la hora de abastecerse de leche de los numerosos productores” (LaDiscusión.cl, 2014).

En 2011 el dirigente de Aproleche Alfredo Wahling señalaba “Llama mucho la atención que cuando los precios internacionales tienden a la baja, alineadamente las empresas reaccionan bajando sus planillas, pero curiosamente se produce el efecto contrario cuando las tendencias son al alza” (Montes, 2011). Hace ya tres años, los representantes de los productores notaban un desacople entre el precio internacional y el precio pagado a productor local de leche.

En 2013 el presidente de Aproleche Osorno Dieter Konow señalaba ante el anuncio de Nestlé de quitar el bono de invierno de forma unilateral “dada las condiciones ofrecidas por esta empresa para la próxima primavera vamos a ser los productores lecheros por lejos peores pagados a nivel mundial, y eso nos tiene tremendamente indignados. El tipo de cambio ha subido fuertemente en los últimos meses, y los precios internacionales de la leche hoy en día están en sus niveles más altos, por lo cual no se justificaría un ajuste de precio hacia la baja, tal como lo ha anunciado Nestlé” (Emol, 2013). Y en el mismo contexto el presidente de FEDELECHE Horacio Carrasco afirmó “Esta es nuestra gran preocupación, y no nos resignaremos como productores a este tipo de pago, ya que queremos participar de la bonanza mundial en los precios internacionales” (Emol, 2013).

Con respecto a la relación existente entre el precio internacional y el precio pagado a productor la editorial del diario la discusión afirma “Las lecherías, tanto en Ñuble como en el sur de Chile, se enfrentan al pago de precios inferiores al valor internacional de la leche, lo que ha perjudicado su rentabilidad y ha obligado a los menos eficientes a cerrar” (LaDiscusión.cl, 2014).

La editorial señala que, en los últimos 25 años, es decir desde 1989, el 50% de las lecherías en Ñuble se han visto en la obligación de cerrar; pasando de 120 lecherías en 1989 a 60 en 2014 (LaDiscusión.cl, 2014).

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

En relación al último año, este no fue muy favorable para la industria, tanto a nivel mundial como para el mercado local. Por una parte, en junio del 2015 Soprole S.A. y su filial Prolesur anunciaron una disminución en el precio de la leche pagado a productor, en \$23 por litro, por consecuencia del escenario internacional, en el cual el precio de referencia como el precio de la leche en polvo entera y de la leche en polvo descremada presentan una fuerte caída, la que se compara con precios de los años 2003 y 2004 (elEconomistaAmérica.com | Chile, 2015). Hay que tener en consideración, que a nivel mundial el precio de los alimentos básicos ha bajado nuevamente por cuarto año consecutivo, siendo las razones una abundante oferta, tímida demanda mundial y la apreciación del dólar (ABC, 2016). El producto más afectado por este descenso en el precio es la leche, ya que en el año 2015 disminuyó el precio a nivel mundial en un 28,5% siendo el nivel más bajo desde el año 2009 (ABC, 2016). Esta situación a nivel mundial, se tradujo a nivel nacional en un año negro para el sector lácteo, ya que solo en la provincia del Bío Bío cerraron 16 lecherías, según palabras de Darío Arévalo, presidente de Fedeleche Biobío (Reyes, 2016). Por lo anterior, la situación es muy importante, ya que un productor eficiente en la zona gana entre 3 y 5 pesos por litro de leche, sin embargo, la gran mayoría de los productores se mantiene en cero o con márgenes negativos.

Pese a las declaraciones expuestas anteriormente, si se analizan con cuidado los dichos de los dirigentes y productores de leche, se observa que éstos no alegan que no exista un total traspaso desde los precios internacionales al precio pagado a productor local (cuando el precio está al alza), sino que este traspaso no es totalmente proporcional. Se pasará a argumentar esta posición.

En el mismo artículo de la editorial del diario La Discusión, este medio recoge la opinión de algunos productores y estos señalan que “pese a que el panorama mundial es muy positivo, por la alta demanda que exhiben los mercados nacional e internacional, los beneficios de las alzas de precios en el exterior no llegan en la misma forma a los productores locales” (LaDiscusión.cl, 2014). De dicha afirmación se desprende que los productores sí sienten que son beneficiados cuando el precio internacional está al alza, pero sienten que dicho beneficio no se traspasa de forma completa (proporcionalmente hablando). Por su parte FEDELECHE hace la siguiente afirmación cuando explica en uno de sus boletines la causa por la que aumentó el precio pagado a productor durante el invierno de 2013 “este aumento de los precios pagado a productor durante los meses de

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

invierno de 2013, se podría explicar por los altos precios internacionales que presentaron los productos lácteos y la escasa oferta de los países productores de leche a nivel mundial” (FEDELECHE F.G., 2013b). La Federación nacional de productores de leche sostiene que el aumento en los precios pagado a productor durante el invierno de 2013 obedece al aumento en el precio internacional del lácteo como una de las posibles causas. De esto se obtiene que la federación de lecheros sí considera que el precio internacional de la leche se relaciona con el precio pagado a productor local, entonces se puede inferir que cuando FEDELECHE sostiene que el aumento en el precio internacional no es traspasado a los productores (como vimos en declaraciones anteriores), no se están refiriendo a que la transmisión es cero, sino más bien a que esta transmisión no es simétrica, es decir sí se traspasa pero en menor medida y en plazos que ellos considerarían perjudiciales.

Como conclusión entonces, se tiene una demanda en contra de SOPROLE, NESTLE y WATT’S por evitar que el mercado de recepción de leche funcione de manera competitiva. Esto a su vez viene a ser la punta del iceberg de una serie de acusaciones por parte de productores y dirigentes lecheros con respecto a que el precio pagado a los productores locales no está acorde con el precio que presenta la leche a nivel internacional. Se ha presentado la postura tanto de productores como de dirigentes gremiales, también de técnicos y un académico experto en el área. Lamentablemente ninguna de las grandes procesadoras al ser consultada por este tema han emitido un comunicado oficial argumentado en contra de las acusaciones (Canal 13, 2014).

**CAPÍTULO 2: COINTEGRACIÓN Y TRANSMISIÓN ESPACIAL DE PRECIOS.****2.1.- Aspectos relevantes de la teoría de cointegración**

Dado que no existe literatura con teorías sobre la transmisión de precios, y solo diversos estudios que han abordado esta problemática (realizando análisis con varios productos), el presente trabajo tendrá un carácter exploratorio, siguiendo la misma línea de otros estudios similares, como lo son el caso de Gutiérrez Salcedo (2012) para el mercado de aceites en España, o en el caso del mercado lácteo chileno como lo fueron los trabajos de Engler P. & Nahuelhual M. (2003), Nahuelhual M. & Engler P. (2004), N. Díaz, Melo, & Modrego (2007) y Engler & Nahuelhual (2008).

Siguiendo el trabajo realizado por Dutoit, Hernández, & Urrutia (2010), destaca que en los supuestos de la teoría económica 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.

Dado que la transmisión de precios no es perfecta, se han estudiado los distintos tipos de asimetrías. En la literatura destacan los aportes en la clasificación de asimetría de dos autores, por una parte, el trabajo realizado por Meyer y von Cramon-Taubadel (2004) y la de Frey y Manera (2007) (citado por Gutiérrez Salcedo, 2012), las cuales se pueden ver en la tabla 2.1.1.

Como señala Gutiérrez (2012), 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. Y esto es precisamente lo que la presente investigación pretende obtener, a saber; el conocer cómo es la transmisión de precios entre los agentes ya mencionados y poder realizar un análisis de ellos.

La transmisión de precios ha sido estudiada en varios productos agrícolas incluyendo vegetales, lácteos, carnes, semillas, y las conclusiones obtenidas han sido diversas. En algunas se han hallado comportamientos asimétricos en la cadena de comercialización, mientras que otros han rechazado tal hipótesis (Rossini & Depetris Guiguet, 2008). A su vez, los estudios desarrollados han sido más bien de carácter empírico que teóricos, lo

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

que pudiera explicar por qué existe divergencia en lo que a asimetría en la transmisión de precios se refiere (Rossini & Depetris Guiguet, 2008). En un estudio aplicado (Carlton, 1979), se encontró que los niveles de concentración en una industria están altamente correlacionados con asimetrías en los precios.

**Tabla 2.1.1:** Formas de transmisión imperfecta en los precios

| <b>Rigidez</b>   | <b>Formas de Rigidez</b>  |
|--|---|
| <i>1. El precio no varía cuando se produce un cambio</i>   |   |
| <i>2. El precio no varía en la misma dirección que el cambio que la provoca</i>  | Retardos: el precio varía con retraso desde el momento en que se produce el cambio  |
|  | Variaciones en magnitud: el precio varía en distinta magnitud   |
| <i>3. El precio no varía a la misma velocidad y dimensión que la del cambio que lo provoca, dependiendo de la dirección del mismo.</i> | Asimetría positiva en velocidad: la subida de precio se transmite más rápidamente que la bajada                                     |
|  | Asimetría negativa en velocidad: la bajada de precio se transmite más rápidamente que la subida                                     |
|  | Asimetría positiva en magnitud: la subida se transmite en igual magnitud que el cambio, no ocurriendo igual en el caso de la bajada |
|  | Asimetría negativa en magnitud: la bajada se transmite en igual magnitud que el cambio, no ocurriendo igual en el caso de la bajada |

Fuente: obtenido de Gutiérrez Salcedo, 2012.

Uno de los análisis más completos en cuanto a transmisión de precios fue el desarrollado por Peltzman (2000), en donde se encontró que en más del 66% de las industrias analizadas los precios de los productos tendían a responder más rápido a los incrementos que a las bajas. Además, de aquel estudio se obtuvieron dos conclusiones principales; la primera es que las asimetrías aparentan ser más importantes en las cadenas productivas que se encuentran más fragmentadas y el segundo es que la asimetría en los precios es característica de los mercados competitivos como también de los mercados oligopólicos. Paralelo a esto, McCorriston, Morgan, Rayner, & Rayner (2001), propusieron un modelo

## EFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

de transmisiones de precios entre los sectores minoristas y de producción, en donde el sector minorista se caracteriza por ser oligopólico. El modelo propuesto plantea que, a mayor poder monopólico, se registran mayores asimetrías en la transmisión de precios.

El método econométrico utilizado para analizar la transmisión de precios es el de cointegración. La cointegración, en palabras sencillas, es cuando dos o más series de tiempo muestran una relación de largo plazo o equilibrio entre ellas (Gujarati & Porter, 2010)

El análisis de cointegración se hizo pertinente al constatar a menudo su naturaleza no estacionaria, la cual invalida los resultados obtenidos a partir de una simple regresión estadística entre series. De esta forma, en los análisis de transmisión de precios se han hecho prácticamente imprescindibles las pruebas de raíces unitarias y de cointegración. Mientras que la primera comprueba la no estacionariedad de las series temporales de precios, la segunda comprueba si existe una combinación lineal estacionaria entre dos series no estacionarias, esto es, que haya una relación de mercado a largo plazo entre dos series temporales que pasean de forma aleatoria (Correa Secall, 2012).

Lo anterior es reforzado en un estudio realizado por Vavra, Goodwin, & C, (2005) cuando plantean respecto al método de cointegración “la estrategia de estimación puede ser resumida de la siguiente forma. Primero, se realiza el test de raíz unitaria de Dickey-Fuller Aumentado (DFA) y el test de cointegración de Johansen, ambos son usados para evaluar las propiedades de los datos de las series de tiempo. Estas pruebas son útiles para el propósito de colocar los resultados dentro del amplio cuerpo de la investigación basado en analizar la transmisión de precios. El procedimiento luego sigue las típicas dos etapas de Engle and Granger (1987): primero, la relación de cointegración entre las variables es estimado por el test de mínimos cuadrados ordinarios; y, en segundo lugar, el mecanismo de corrección de errores (MCE) es especificado usando el rezago de los residuos de la regresión de cointegración como el término de corrección de error. Cuando son utilizados los residuos, los resultados pueden ser sensibles a la regla o método de normalización; los resultados pudieran no ser afectados por la elección de cuál variable es elegida como la que va al lado izquierdo en la regresión de cointegración”

Por lo planteado en los párrafos anteriores, y es importante primero definir lo que es un proceso estocástico, el cual en términos generales se dice que este proceso es estacionario, si su media y su varianza son constantes en el tiempo y si el valor de la

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

covarianza entre dos periodos depende solo de la distancia o rezago entre estos dos periodos, y no del tiempo en el cual se calculó la covarianza (Gujarati & Porter, 2010).

Que la varianza sea en función del tiempo puede estar provocada, entre otros motivos, por la existencia de raíces unitarias en el polinomio de la representación autorregresiva del proceso. En el caso de que el proceso que se trate sea estacionario después de la diferenciación, a las variables que siguen dicho comportamiento se les denomina variables integradas (Gutiérrez Salcedo, 2012). Si se quiere convertir una serie de tiempo no estacionaria en estacionaria, ésta debe diferenciarse  $d$  veces para hacerla estacionaria, en tal caso se dice que la serie es integrada de orden  $d$ . Si una serie de tiempo es integrada de orden 0, se dice que dicha serie es estacionaria (Gujarati & Porter, 2010). Importante es saber que la mayoría de las series de tiempo económicas son integradas de orden 1, es decir, se convierten en general en estacionarias solo después de tomar sus primeras diferencias (Gujarati & Porter, 2010).

Por lo antes expuesto, la presencia de raíces unitarias en la representación autorregresiva del proceso, es decir, que este sea no estacionario, origina un momento de segundo orden que cambia a lo largo del tiempo. Esto provoca que la inferencia clásica no sea utilizable, ya que esta se basa en el supuesto de estacionariedad (Gutiérrez Salcedo, 2012)

Para las pruebas de estacionariedad puede utilizarse análisis gráficos, la función de autocorrelación, la prueba de raíz unitaria Phillips-Perron (PP) u otras. Sin embargo, una de las pruebas más utilizadas es la prueba Dickey-Fuller aumentada (DFA) que fue la mencionada por la OECD.

Otro motivo por el cual las series estacionarias son tan importantes, es porque regresiones entre series de tiempo con raíces unitarias pueden generar regresiones espurias. Las regresiones espurias son regresiones que entregan un estadístico significativo pero que carecen de sentido puesto que no obedecen a una relación entre las variables (Gutiérrez Salcedo, 2012). Gujarati & Porter (2010) recomienda poner atención cuando el significado estadístico alto va acompañado de un índice  $d$  de Durbin-Watson extremadamente bajo.

## 2.2.- Descripción del modelo a utilizar

### 2.2.1.- Cointegración por Engle y Granger

En las páginas anteriores se definió cointegración como “cuando dos o más series de tiempo muestran una relación de largo plazo o equilibrio entre ellas”. Es importante señalar que este tipo de análisis es esencial cuando se tiene una combinación de variables que presentan un orden de integración similar, dado que, si las series son no estacionarias de orden distinto entre sí, no puede estimarse una relación entre las series (Montero Granados, 2013b). Por lo tanto, siguiendo lo planteado por Montero (2013b) si se tienen dos series no estacionarias y que estén cointegradas, se puede realizar la regresión habitual utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para estimar los efectos en el largo plazo y el Modelo de Corrección de Error (MCE) para la estimación de los efectos en el corto plazo.

Una de las formas es utilizar el método de Engle y Granger el cual se puede dividir en tres etapas (Montero Granados, 2013b): a) estimación de la estacionariedad de las series; b) pruebas de cointegración y c) estimar el modelo de corrección de error.

En este trabajo, se profundiza en este análisis, dándole mayor relevancia al cumplimiento de la primera condición, la cual es la estacionariedad de la serie, para lo cual se utilizan las pruebas estadísticas de Dickey-Fuller aumentada (DFA), Phillips-Perron (PP) y la prueba de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS).

Adicionalmente, y siguiendo lo planteado por Gujarati & Porter (2010), puede darse un cambio estructural en la relación entre la variable dependiente y la(s) independiente(s) cuando se trabaja con regresiones que implican series de tiempo. Una forma sencilla de entender el cambio estructural es la definición que plantea Gujarati & Porter (2010) “Por cambio estructural nos referimos a que los valores de los parámetros del modelo no permanecen constantes a lo largo de todo el periodo”. Estos cambios, pueden deberse a fuerzas externas, lo que genera el cambio en los parámetros. Una forma de saber si realmente ocurrió un cambio estructural es a través de la prueba de Chow (Gujarati & Porter, 2010), en la cual es el investigador que conociendo en profundidad el comportamiento de las series, realiza un corte en donde él estima que se genera el cambio estructural, comparando el estimado entre ambas series generadas. Dado que en esta investigación no se tiene certeza de en qué periodo se pudo haber generado un cambio estructural (posiblemente de haber este cercano al 2007), se agrega un análisis



EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

de cambio estructural por medio del test de Zivot-Andrews, el cual estima en la serie el punto más probable de cambio estructural (Pfaff, 2008), evitando así que sea el investigador quien plantee el posible punto de quiebre.

Para realizar la prueba de cointegración, primero debemos tener dos variables ( $X_t$  e  $Y_t$ ) integradas de orden uno  $I(1)$  para formar la regresión como se muestra en la ecuación (1). Para poder afirmar que las variables están cointegradas se debe probar que los errores ( $\mu_t$ ) deben ser estacionarios, lo que se muestra en la ecuación (2), para lo cual se pueden ocupar las mismas pruebas de estacionariedad mencionadas en apartado anterior, aplicando en este caso solo la prueba de Dickey-Fuller aumentada (DFA), debido a que es la prueba principalmente utilizada para probar y validar lo planteado por Engle y Granger. De esta forma al cumplirse lo que plantea la ecuación (2), las series de tiempo presentan una tendencia común en el largo plazo.

$$y_t = a + bx_t + u_t \quad (1)$$

$$y_t - a - bx_t = \mu_t, \text{ debe ser } I(0) \quad (2)$$

Adicionalmente, se agrega a modo de complemento, la prueba de cointegración de Phillips-Ouliaris, en la cual plantea en su hipótesis nula la no existencia de cointegración entre las variables.

### 2.2.2.- Modelos de Corrección de Error

Los Modelos de Mecanismos de Corrección de Error (MCE) fueron popularizados por los economistas del *London School of Economics*, que en sus inicios fueron introducidos por Segan en 1964, y aunque siempre fueron una alternativa para combinar el corto y largo plazo en el análisis de series, la formalización del concepto de cointegración por parte de Granger (1981) y Engle y Granger (1987) fue decisiva, dado que sus aportes conceptuales han sido muy interesantes y son en los que se ha apoyado en forma incuestionable el avance de la econometría moderna (Gutiérrez Salcedo, 2012).

La idea de este modelo (MCE) es que parte de los desequilibrios en un periodo se corrigen en el siguiente periodo. Explicado de una forma sencilla podríamos decir que un cambio en la variable considerada dependiente en el periodo  $t$ , podría depender del grado de cambios producidos en la misma variable antes del periodo  $t$ , y también de otras variables (consideradas independientes o explicativas).

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Una forma sencilla de visualizar este modelo que toma los residuos para corregir los errores y ver los efectos en el corto plazo es la que muestra Montero (2013b), la cual parte de la relación de equilibrio mostrada en la ecuación (1) y que puede observarse en la ecuación (3) siendo una variante más acotada la mostrada en la ecuación (4), en donde  $\gamma[y_{t-1} - a - bx_{t-1}] = \gamma(u_{t-1})$  es el mecanismo de corrección de error y el estimador  $\gamma$  toma valores menores a 0, siendo  $b$  la influencia a largo plazo de  $x$  sobre  $y$ , y  $\beta$  corresponde a la estimación de la influencia de corto plazo de  $x$  sobre  $y$ .

$$y_t - y_{t-1} = \beta(x_t - x_{t-1}) + \gamma[y_{t-1} - a - bx_{t-1}] + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta y_t = \beta(\Delta x_t) + \gamma(u_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (4)$$

### 2.2.3.- Modelos TAR y MTAR

Como ya se ha mencionado en los párrafos anteriores, los test de cointegración antes expuesto asumen la simetría en la transmisión de precios (de acuerdo a la metodología planteada por Engle y Granger). Es por esto que Enders y Siklos (2001) proponen dos alternativas de cointegración por umbral para entender el análisis de transmisión asimétricas en los precios (citado por Sun, 2011). Estos modelos son los denominados Threshold Autorregression (TAR) y Momentum Threshold Autorregression (MTAR). Las ecuaciones que muestran estos modelos se pueden ver para el caso del TAR en las ecuaciones (5) y (6a) y para el modelo MTAR en las ecuaciones (5) y (6b).

$$\Delta \hat{\varepsilon}_t = \rho_1 I_t \hat{\varepsilon}_{t-1} + \rho_2 (1 - I_t) \hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{i=1}^P \varphi_i \Delta \hat{\varepsilon}_{t-1} + \mu_t \quad (5)$$

$$I_t = 1 \text{ if } \hat{\varepsilon}_{t-1} \geq \tau, \text{ 0 en otro caso} \quad (6a)$$

$$I_t = 1 \text{ if } \Delta \hat{\varepsilon}_{t-1} \geq \tau, \text{ 0 en otro caso} \quad (6b)$$

La variable  $I$  (indicador) es una variable dicotómica que toma valores 1 o 0,  $\tau$  corresponde al umbral o límite (threshold),  $P$  es el número de rezagos (lags) y  $\rho_1, \rho_2$  y  $\varphi_i$  son los coeficientes. El número apropiado de lags a utilizar puede ser seleccionado usando AIC (Criterio de Información Akaike) y BIC (Criterio de Información Bayesiano) (Sun, 2011).

Es importante destacar que en el Modelo TAR el valor del indicador ( $I$ ) depende de los valores de los errores en el periodo anterior, y es un modelo destinado a capturar movimientos profundos en los errores. En el Modelo MTAR el valor que toma el indicador depende de los cambios o variaciones en el o los periodos anteriores del error siendo

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

utilizado ante variaciones abruptas en los residuos, especialmente cuando se cree que los ajustes exhiben un mayor impulso en una dirección por sobre la otra (Sun, 2011).

El valor del umbral o límite  $\tau$  toma valor 0 para el caso de los Modelos TAR y MTAR, pero para sus respectivos consistentes se debe calcular el valor de umbral a través del método de Chan (1993). De forma sencilla el método plantea que se deben ordenar los residuos (Modelo TAR) o la variación de los residuos (Modelo MTAR) de forma ascendente y excluir el 15% mayor y menor. Una vez obtenido el 70% de los datos, estos se utilizan como posibles umbrales. Seleccionamos aquel umbral que nos genere la suma de residuos al cuadrado más baja para estimar la ecuación (5).

### 2.2.4.- Análisis de volatilidad en series de tiempo

El estudio de la volatilidad de las series de tiempo viene relacionada a las finanzas, dado que a menudo los precios de acciones, tasas de cambio, u otras, presentan el fenómeno de acumulación de volatilidad (Gujarati & Porter, 2010), es decir, podemos ver periodos de tiempo en los cuales los precios presentan amplias variaciones, seguidos de periodos en los cuales parecieran volver a la calma.

Partiendo del paradigma central de las finanzas, el cual consiste en asumir riesgos para obtener beneficios, y tanto los riesgos como los beneficios pertenecen al futuro, es que con la finalidad de minimizar ese riesgo y aumentar las ganancias, autores como Markowitz (1952), Tobin (1958) y posteriormente Sharpe (1964) (citados por Tamayo Medina & Rodríguez Pinzón, 2010), asociaron finalmente el riesgo a la varianza de la cartera. Es por lo anterior, y dado que el riesgo está relacionado a la volatilidad de la rentabilidad en el mercado financiero, es que esta rentabilidad ha sido modelada desde los años 80 empleando modelos de varianza condicional ARCH y GARCH (Tamayo Medina & Rodríguez Pinzón, 2010).

Tal como plantea Gujarati & Porter (2010), una de las características de las series financieras es que en su forma original son series no estacionarias, mientras que en su primera diferencia se transforman en series estacionarias. Por lo anterior, es que, en vez de modelar las series financieras en su forma original, se deberían modelar en su forma de primera diferencia, aunque el problema que presentan estas primeras diferencias, es que suelen presentar altas variaciones (volatilidad), lo que indica que la varianza de la serie se va modificando a través del tiempo. Por lo tanto, para modelar esa variación se

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

utiliza el llamado modelo de heteroscedasticidad condicional autorregresivo (ARCH), el cual fue desarrollado por Engle (1982) (Gujarati & Porter, 2010).

Siguiendo lo planteado por Gujarati & Porter (2010) y a modo de ejemplo supongamos las siguientes variables  $Y_t = \text{precio observado}$ ;  $Y_t^* = \log Y_t$ ;  $dY_t^* = Y_t^* - Y_{t-1}^*$ ;  $d\bar{Y}_t^* = \text{media de } dY_t^*$ ; y  $X_t = dY_t^* - d\bar{Y}_t^*$ , en donde  $X_t$  es el cambio relativo en los precios ajustado por media. Podemos utilizar  $X_t^2$  como una medida de volatilidad, la cual al ser un valor al cuadrado será alto cuando existan periodos con grandes cambios en los precios, mientras que será bajo comparativamente hablando, cuando ocurran pequeños cambios en el precio.

Para observar cómo cambia  $X_t^2$  en el tiempo, consideramos el modelo AR(1) o ARIMA(1,0,0) que se muestra en la ecuación (7), podemos observar que la volatilidad del periodo actual está relacionada con su valor en el periodo anterior (t-1) más un término de error de ruido blanco. Si el coeficiente  $\beta_1$  es positivo, indica que si la volatilidad fue alta en t-1, seguirá siendo alta en el periodo actual, lo cual es acumulación de volatilidad, mientras que si fuera  $\beta_1 = 0$ , no se presentaría acumulación de volatilidad. Por otra parte, la ecuación (8) muestra un modelo AR(p), en donde la volatilidad está relacionada con los p periodos anteriores.

$$X_t^2 = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1}^2 + \mu_t \tag{7}$$

$$X_t^2 = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1}^2 + \beta_2 X_{t-2}^2 + \dots + \beta_p X_{t-p}^2 + \mu_t \tag{8}$$

Los modelos antes explicados representados en la ecuación (7) y ecuación (8) son un ejemplo de un modelo ARCH(1) y ARCH(p) respectivamente. Uno de los criterios para seleccionar la cantidad de rezagos, es a través del criterio AIC, y para determinar la significancia de cualquier coeficiente  $\beta$  mediante la prueba t.

Tiempo después Bollerslev en el año 1986 desarrolló el modelo condicional autorregresivo generalizado con heteroscedasticidad, denominado GARCH (Gujarati & Porter, 2010), el cual es una ampliación del modelo ARCH, incluyendo rezagos de la varianza condicional (Villa, Velásquez, & Sánchez, 2011). En términos simples podemos observar la ecuación (9), el cual correspondería a un modelo GARCH(1,1), siendo explicada la varianza condicional en el periodo t, por el termino de error en un periodo t-1, y por la misma varianza condicional en un periodo anterior. Por otra parte, la ecuación (10) muestra un modelo en forma general denominado GARCH(p,q), en donde existen p términos

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

rezagados del término de error al cuadrado, y  $q$  términos de la varianzas condicionales rezagadas (Gujarati & Porter, 2010).

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (9)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \alpha_2 \mu_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \mu_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \beta_2 \sigma_{t-2}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (10)$$

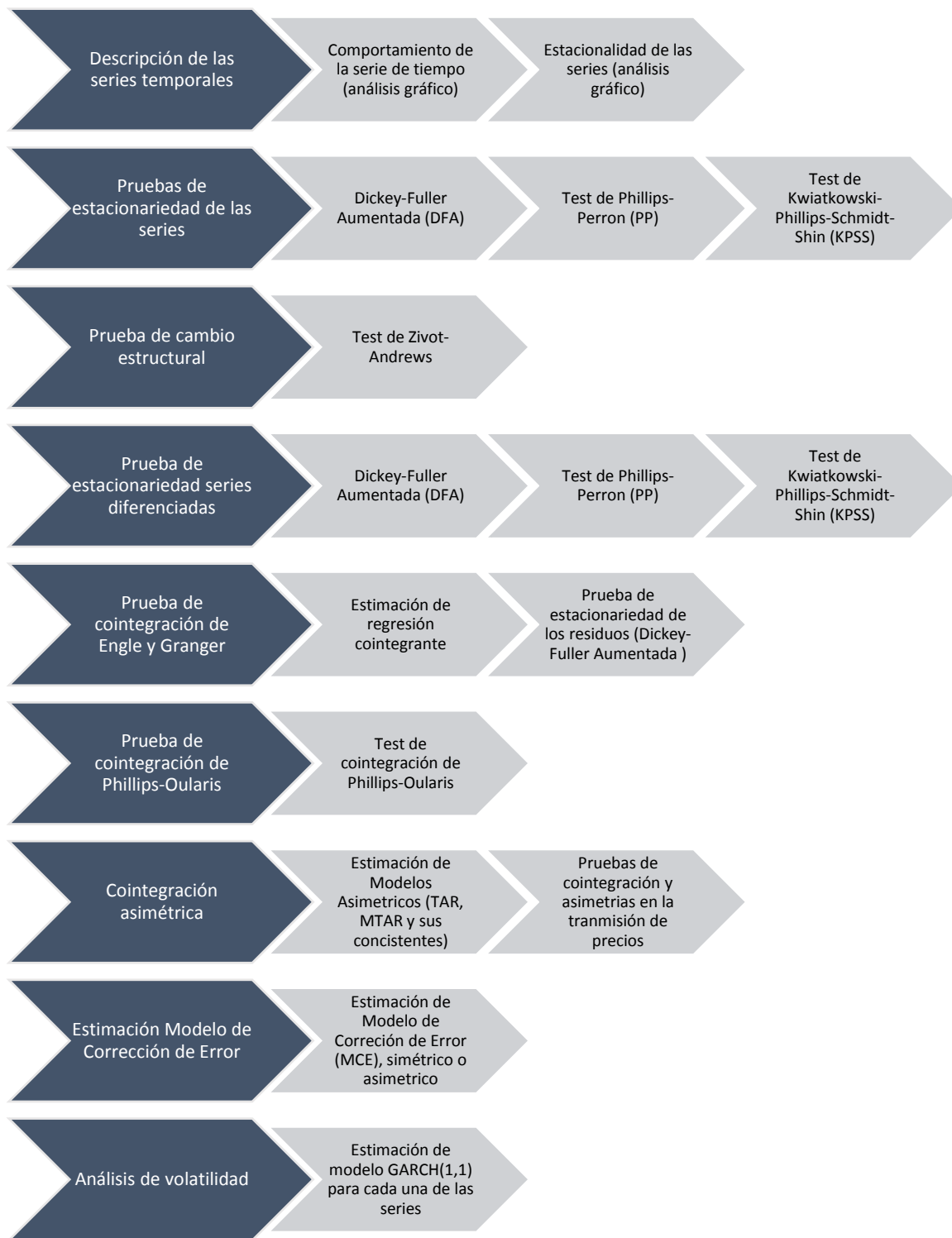
Para Gujarati & Porter (2010), el modelo GARCH(1,1) es equivalente a un ARCH(2), mientras que el modelo GARCH( $p,q$ ) sería equivalente a un modelo ARCH( $p+q$ ).

Tal como se explicó en los párrafos anteriores las condiciones de los parámetros para el modelo ARCH, en el modelo GARCH(1,1) se deben cumplir ciertas condiciones de estabilidad del modelo, las cuales son  $\alpha_0 > 0$ ,  $\alpha_1 \geq 0$ ,  $\beta_1 \geq 0$ , y  $\alpha_1 + \beta_1 < 1$ .

Estos métodos financieros, se han traspasado a la economía agraria, con el fin de modelar principalmente precios agrícolas, los cuales sufren constante variaciones, siendo mayor la volatilidad de los mismos durante periodos de crisis, como lo es el trabajo de Nazlioglu, Erdem, & Soytaş (2013), en el cual se aplican los modelos GARCH(1,1) para estudiar la volatilidad del petróleo y algunos commodities agrícolas como lo es el trigo, el maíz, la soja y el azúcar.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Figura 2.1:** Esquema del proceso de cointegración utilizado en la investigación



Fuente: elaboración propia

### **CAPÍTULO 3: COINTEGRACIÓN**

#### **3.1.- Variables a utilizar**

El análisis se realizará con cuatro series de tiempo, las cuales fueron obtenidas desde la base de datos de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), de las cuales una corresponde al precio pagado a productor nacional, y las otras tres a precios internacionales. Todos los precios son precios nominales en dólares.

Para el caso del precio nacional, se utilizará las bases de datos “Precios a productor de leche Total País” (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, n.d.-b), la cual es una serie de precios mensuales tomando desde el periodo enero de 2002 a diciembre de 2014, los cuales fueron obtenidos en dólares por litro para facilitar el trabajo con el precio internacional (misma moneda). Además, los precios pagados a productor de leche son representativos de la realidad del país (población).

Para el caso del precio internacional, se trabaja con tres series de tiempo, todas obtenidas desde la misma fuente, siendo los precios publicados por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) correspondiente a los precios de Oceanía siendo este el mercado de referencia para el presente estudio (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, n.d.-a). En primer lugar, la serie “Precios internacionales Leche en polvo entera”, en segundo lugar, la serie “Precios internacionales Leche en polvo descremada” y, por último, la serie “Precios internacionales Queso Cheddar”, todas ellas con precios mensuales desde enero de 2002 a diciembre de 2014, expresados en dólares por tonelada.

La elección de estas series se justifica en que son los únicos datos disponibles, y para el caso de los precios internacionales, las series coinciden con los productos principalmente importados por Chile que son Queso Gouda, Leche Entera en Polvo y Leche Descremada en Polvo (salvo en el caso del queso, dado que la única serie de precios existente es sobre el Queso Cheddar).

Todo el análisis de los datos y sus resultados se hará utilizando el software estadístico R.

#### **3.2.- Descripción de las series temporales**

La importancia del estudio y la relevancia de sus resultados, radica en el estudio detallado de cada una de las series de tiempo, con el fin de observar el comportamiento de los precios en el transcurso de los años, y ser capaces de determinar a través de los distintos

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

test la estructura de las series, con el objeto de cumplir con todos los requisitos expuestos en el capítulo anterior (incluida la aplicación de un test de cambio estructural), para realizar el estudio de cointegración de las series.

**3.2.1.- Precio pagado a productor chileno**

En primer lugar, el análisis se inicia con la serie “Precios a productor de leche Total País” tal como muestra el gráfico 3.2.1.1, en el cual se observa la evolución del comportamiento del precio pagado a los productores locales, con una tendencia al alza, siendo notorio el fuerte incremento experimentado alrededor del año 2007, en la denominada crisis de los alimentos, periodo en el cual los precios de los alimentos en el mundo tuvieron una fuerte alza. Además, en la misma serie, se observa la mayor volatilidad de los precios a partir de esa fecha.

**Gráfico 3.2.1.1:** Precio pagado a productor chileno (US\$/Litro)



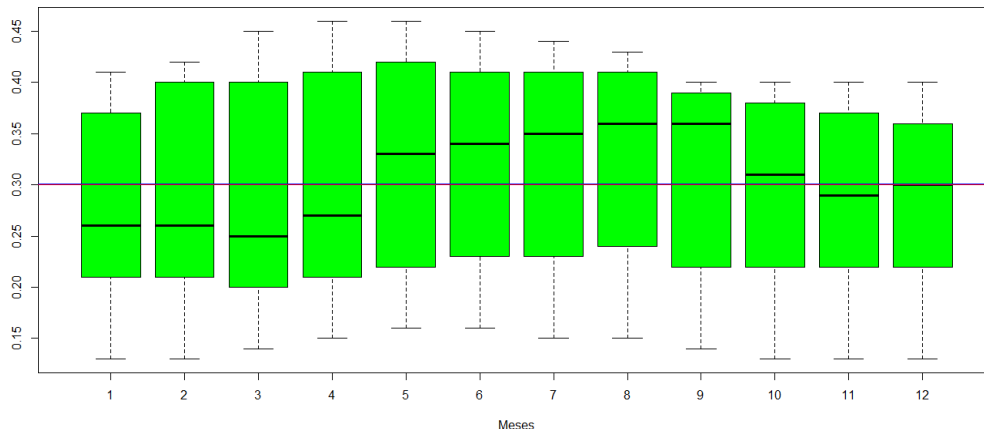
Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, el gráfico 3.2.1.2 se muestra el precio por mes del año, en donde se observa precios superiores en el mes de invierno (entre mayo y septiembre el 50% de los datos se encuentra concentrado en la parte superior de la caja), los cuales puede ser explicado en parte por el bono de invierno que se les paga a los productores en aquella estación del año. Además, si tomamos en cuenta la media y mediana de la serie (línea azul y roja respectivamente), durante los meses de mayo a septiembre la mediana de la caja es superior, mientras que, en los meses de verano, la mediana de la caja es notoriamente inferior a la de la serie.



EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Gráfico 3.2.1.2:** Estacionalidad precio pagado a productor chileno (US\$/Litro)

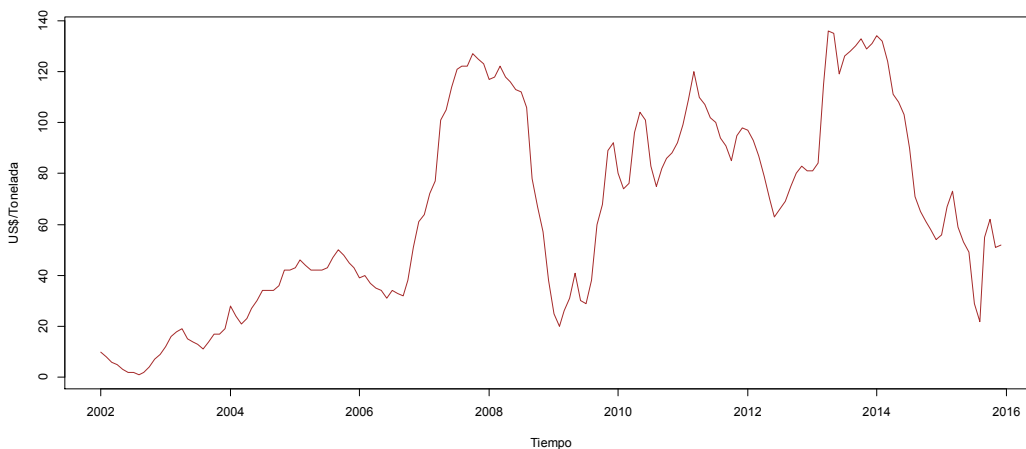


Fuente: elaboración propia.

**3.2.2.- Precio Internacional Leche en Polvo Entera (LPE)**

El gráfico 3.2.2.1 muestra la evolución del comportamiento del precio internacional de la LPE, en el cual se observa un fuerte incremento cercano al año 2007, época en la cual, a nivel mundial, los precios de los distintos productos agrícolas sufrieron un fuerte incremento. Adicionalmente, en el mismo gráfico se observa una fuerte volatilidad de los precios a partir de dicho momento, con una tendencia al alza a nivel general, pero que, durante los últimos meses del año 2014, ha presentado un fuerte descenso.

**Gráfico 3.2.2.1:** Precio internacional leche en polvo entera (US\$/Tonelada)

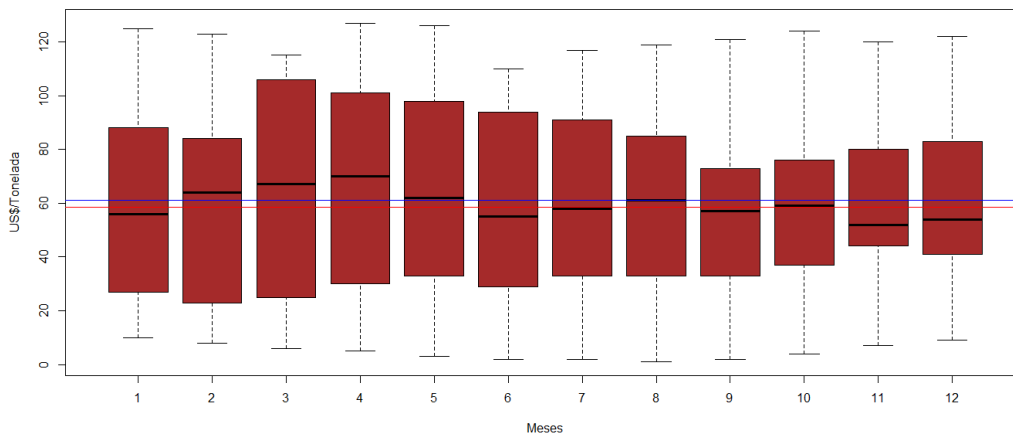


Fuente: elaboración propia.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Por otra parte, el gráfico 3.2.1.2 se muestra la distribución de los precios durante los meses del año, en la cual se observa que la concentración de los datos durante algunos meses es mayor, siendo en los meses de finales de año cuando el 50% de los datos (representado por la caja) se encuentran más cercanos a la media y mediana de la serie de tiempo, siendo a la vez los meses con valores más alejados, en los extremos del gráfico.

**Gráfico 3.2.2.2:** Estacionalidad precio internacional leche en polvo entera (US\$/Tonelada)



Fuente: elaboración propia.

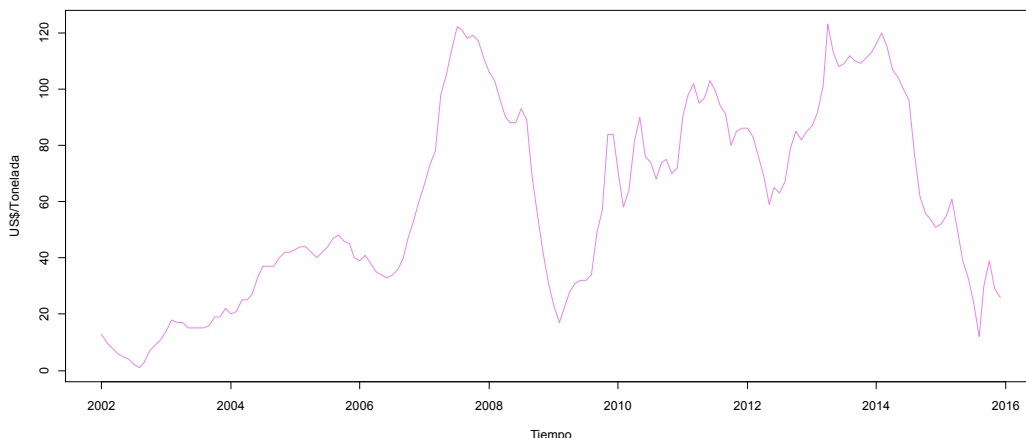
**3.2.3.- Precio Internacional Leche en Polvo Descremada (LPD)**

En el gráfico 3.2.3.1 se muestra el comportamiento del precio internacional de la LPD, en la cual, al igual que con la LPE sufre un fuerte incremento cercano al año 2007, volviéndose más volátil a partir de dicho momento, con una clara tendencia al alza a lo largo de la serie, pero con una fuerte disminución en el precio a partir del último año graficado (2014).

Por otra parte, el gráfico siguiente se muestra la distribución del precio internacional de la LPD a lo largo de los meses del año, y siendo su gráfica muy similar a la LPE, en la cual se muestra una mayor dispersión en el precio durante los primeros meses del año, y una fuerte concentración de los datos cercanos a la media y mediana de la serie hacia finales del año.

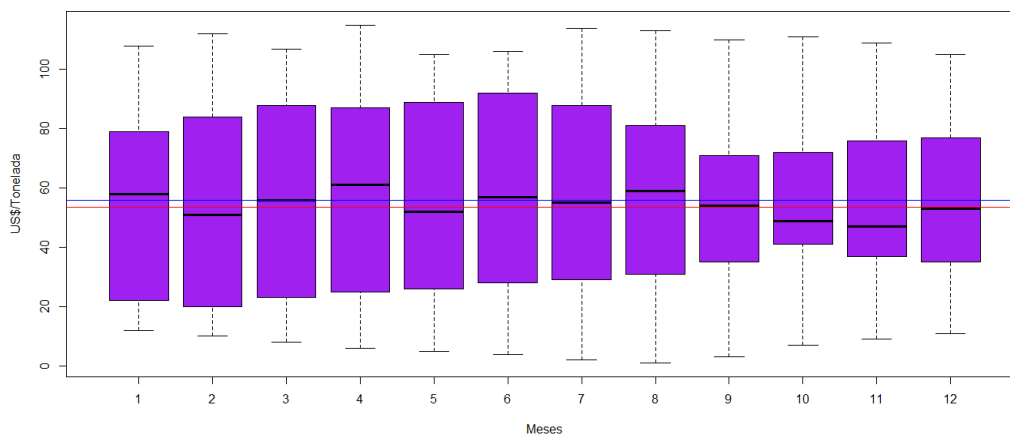
EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Gráfico 3.2.3.1:** Precio internacional leche en polvo descremada (US\$/Tonelada)



Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 3.2.3.2:** Estacionalidad precio internacional leche en polvo descremada (US\$/Tonelada)



Fuente: elaboración propia.

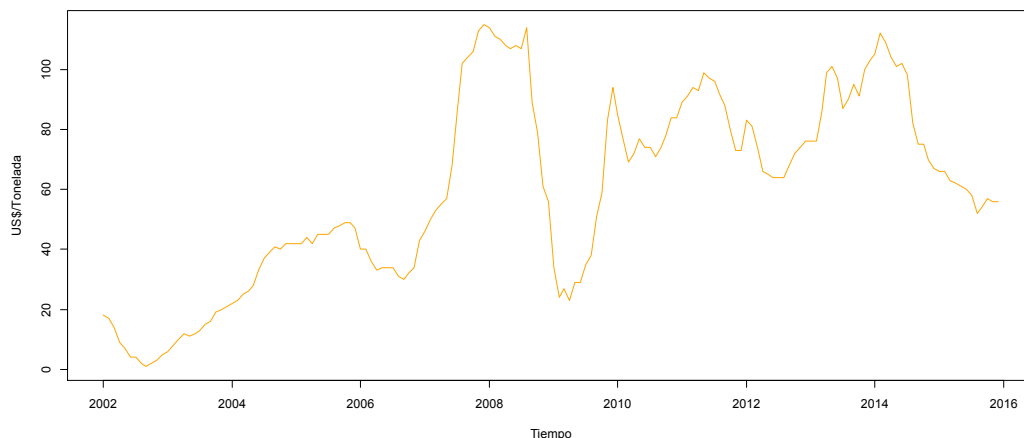
**3.2.4.- Precio Internacional Queso Cheddar**

En el gráfico 3.2.4.1 se muestra la evolución en el precio internacional del queso cheddar, en el cual, nuevamente se puede apreciar el fuerte incremento producido hacia el año 2007, lo que muestra que antes de esa fecha el precio del queso era menos volátil, de lo que empieza a ocurrir posterior a este fuerte incremento. Claramente, al igual que con los demás precios internacionales, se observa la tendencia al alza la serie, con un fuerte descenso en el precio durante el último año.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

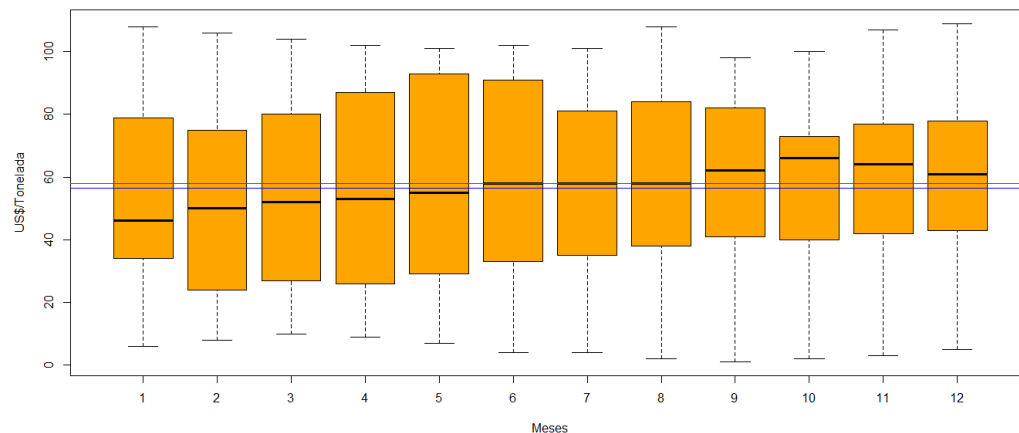
Por otra parte, el gráfico de caja mostrado en el gráfico 3.2.4.2 se observa la distribución del precio a lo largo de los meses del año, con un gráfico similar al de la LPE y LPD, pero con los datos un poco menos concentrados hacia finales de año.

**Gráfico 3.2.4.1:** Precio internacional queso cheddar (US\$/Tonelada)



Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 3.2.4.2:** Estacionalidad precio internacional queso cheddar (US\$/Tonelada)



Fuente: elaboración propia.

Claramente, los gráficos del precio de las 4 series de tiempo tienen una forma a nivel general similar, en donde el precio pagado a productor chileno pareciera moverse con menor volatilidad. En relación a los gráficos de caja, en el caso de los tres precios internacionales son similares, en donde entre los meses de marzo y junio se presenta mayores precios y el 50% de los datos es más disperso (cajas más amplias), caso

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

contrario al precio pagado a productor chileno, en donde durante todos los meses del año pareciera haber una mayor dispersión de los datos.

**3.3.- Estacionariedad de las series y cambio estructural**

Tal como se mencionó en el capítulo 2, es importante estudiar la estructura de la serie, para aplicar correctamente la metodología desarrollada por Engle y Granger, por lo cual en este apartado se aplicarán una serie de test para determinar la existencia o no de estacionariedad, recordando, que un requisito para la correcta aplicación del método de cointegración es que las series sean no estacionarias, y que al momento de diferenciarlas se transformen en series estacionarias. Para estimar la estacionariedad de la serie se utilizan los test de Dickey-Fuller Aumentada, Phillips-Perron y KPSS.

En primer lugar, se elige el lag para la serie de “precio pagado a productor chileno” para la aplicación de los test a través del criterio AIC, con lo cual obtenemos que el mejor lag para esta serie es de 3, siendo los resultados de los test los que se muestran en la tabla 3.2.1.1, con lo cual en el ADF Test no podríamos rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad al 5%, mientras que el test de Phillips-Perron no podríamos rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad incluso al 10%, mientras que en el KPSS Test se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad incluso al 1%, por lo cual, podemos decir que esta serie de tiempo es no estacionaria.

**Tabla 3.3.1:** Test de raíz unitaria serie precio pagado a productor chileno

| <b>Test</b>  | <b>Estimado</b> | <b>1%</b> | <b>5%</b> | <b>10%</b> |
|--|-----------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test</i> | -3.25           | -3.99     | -3.43     | -3.13      |
| <i>Phillips-Perron Unit Root Test</i>              | -2.39           | -4.02     | -3.44     | -3.14      |
| <i>KPSS Unit Root Test</i>                         | 3.18            | 0.739     | 0.463     | 0.347      |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

En relación a la serie “Precio Internacional Leche en Polvo Entera”, la elección del lag por el criterio AIC indica que el mejor lag para la aplicación de los test es 7, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 3.3.2 en la aplicación de los diferentes test, en donde el ADF Test muestra que solo al 1% no podríamos rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad, resultados que contrastan con los obtenidos en el test de Phillips-Perron, en donde incluso al 10% podríamos rechazar la hipótesis nula, y en KPSS Test, en donde rechazamos la hipótesis de estacionariedad incluso al 1%, por lo tanto, podemos decir que esta serie es no estacionaria.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Tabla 3.3.2:** Test de raíz unitaria serie precio internacional leche en polvo entera

| <b>Test</b>  | <b>Estimado</b> | <b>1%</b> | <b>5%</b> | <b>10%</b> |
|--|-----------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test</i> | -3.66           | -3.99     | -3.43     | -3.13      |
| <i>Phillips-Perron Unit Root Test</i>              | -2.39           | -4.02     | -3.44     | -3.14      |
| <i>KPSS Unit Root Test</i>                         | 2.26            | 0.739     | 0.463     | 0.347      |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

En relación a la serie “Precio Internacional Leche en Polvo Descremada”, la elección del lag por el criterio AIC indica que el mejor lag para la aplicación de los test es 12, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 3.3.3 en la aplicación de los diferentes test, en donde el ADF Test y el test de Phillips-Perron, muestra que solo incluso al 10% no podríamos rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad, resultados que coinciden con el KPSS Test, en donde rechazamos la hipótesis de estacionariedad incluso al 1%, por lo tanto, podemos decir que esta serie es no estacionaria.

**Tabla 3.3.2:** Test de raíz unitaria serie precio internacional leche en polvo descremada

| <b>Test</b>  | <b>Estimado</b> | <b>1%</b> | <b>5%</b> | <b>10%</b> |
|--|-----------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test</i> | -2.60           | -3.99     | -3.43     | -3.13      |
| <i>Phillips-Perron Unit Root Test</i>              | -2.33           | -4.02     | -3.44     | -3.14      |
| <i>KPSS Unit Root Test</i>                         | 0.84            | 0.739     | 0.463     | 0.347      |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Por último, la serie “Precio Internacional Queso Cheddar”, la elección del lag por el criterio AIC indica que el mejor lag para la aplicación de los test es 5, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 3.3.4 en la aplicación de los diferentes test, en donde el ADF Test muestra que solo al 1% no podríamos rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad, resultados que contrastan con los obtenidos en el test de Phillips-Perron, en donde incluso al 10% podríamos rechazar la hipótesis nula, y en KPSS Test, en donde rechazamos la hipótesis nula de estacionariedad incluso al 1%, por lo tanto, podemos decir que esta serie del Queso Cheddar es no estacionaria.

**Tabla 3.3.4:** Test de raíz unitaria serie precio internacional queso cheddar

| <b>Test</b> | <b>Estimado</b> | <b>1%</b> | <b>5%</b> | <b>10%</b> |
|-------------|-----------------|-----------|-----------|------------|
|-------------|-----------------|-----------|-----------|------------|

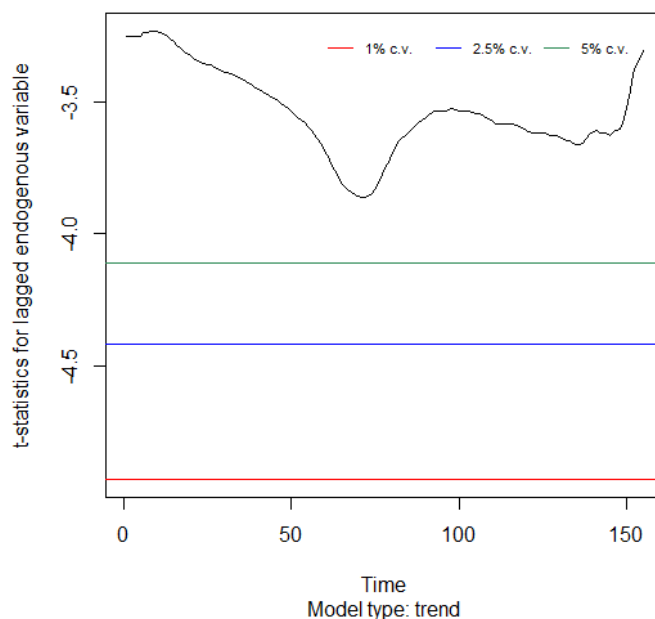
EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

|  |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|
| <i>Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test</i> | -3.81 | -3.99 | -3.43 | -3.13 |
| <i>Phillips-Perron Unit Root Test</i>              | -2.51 | -4.02 | -3.44 | -3.14 |
| <i>KPSS Unit Root Test</i>                         | 1.65  | 0.739 | 0.463 | 0.347 |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Para complementar el análisis individual de cada una de las series de tiempo, se procederá a mostrar los resultados de la aplicación de un test de cambio estructural, con la finalidad de observar si durante el transcurso de la serie existe algún cambio que provoque la no estacionariedad de las series (como podría ser brusco incremento en el precio observado en la cercanía del año 2007), y si esto influyó en los resultados obtenidos en los diferentes test de raíz unitaria. Para lo cual, se utiliza el Test de Zivot-Andrews, mostrando a continuación los diferentes gráficos para cada una de las series, visualizando en cada uno de ellos en diferentes colores los valores críticos para mostrar un cambio estructural, siendo rojo al 1%, azul para el 5% y verde para el 10%.

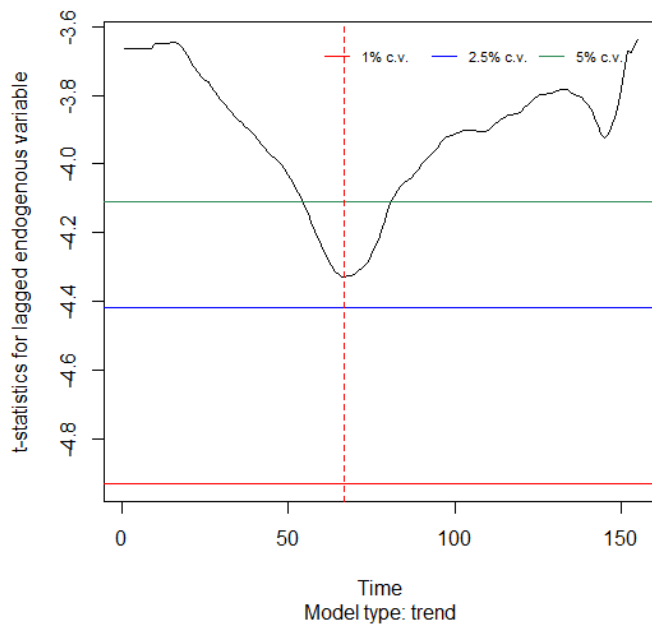
**Gráfico 3.3.1:** Zivot-Andrews test: serie precio pagado a productor chileno



Fuente: elaboración propia.

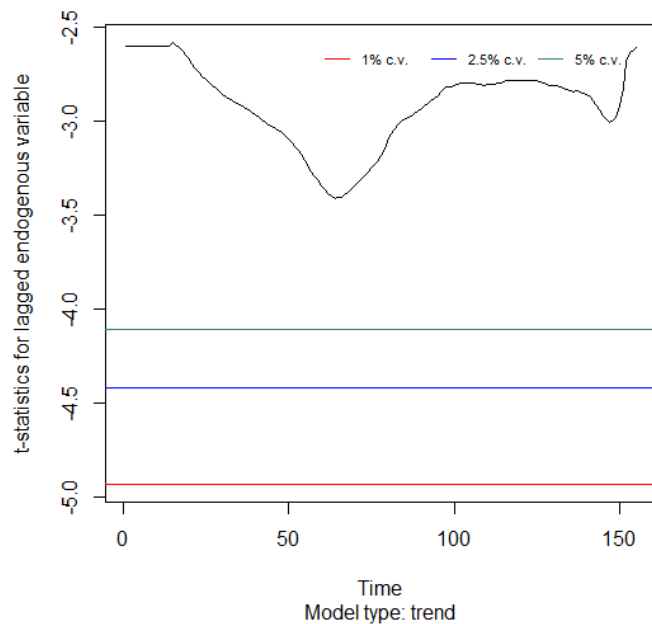
EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Gráfico 3.3.2:** Zivot-Andrews test: serie precio internacional leche en polvo entera



Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 3.3.3:** Zivot-Andrews test: serie precio internacional leche en polvo descremada

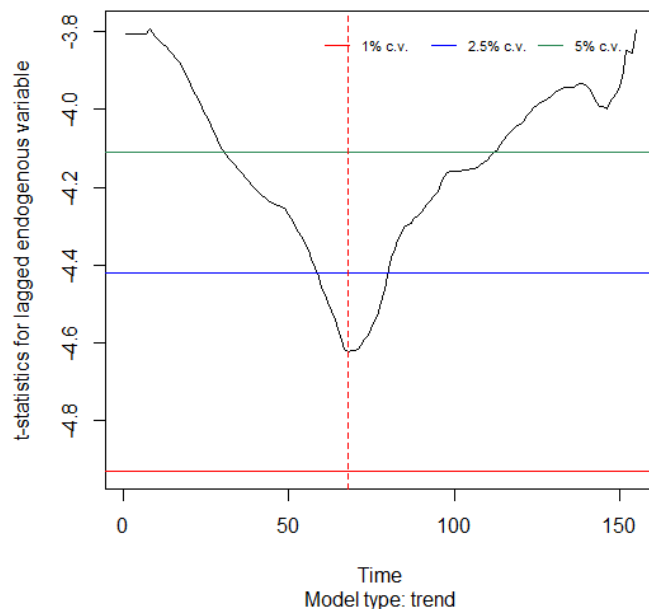


Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 3.3.3:** Zivot-Andrews test: serie precio internacional queso cheddar



EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD



Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 3.2.1 del precio pagado a productor chileno, no se observa un punto aparente que pudiera cambiar la estructura de la serie, eso sí en la posición 71 (noviembre de 2007) es un posible punto de quiebre tal como muestra el gráfico en su posición más baja.

En el gráfico 3.2.2 del precio internacional de la leche en polvo entera se observa claramente en la línea punteada de color rojo un punto de cambio estructural, el que es visible al 10% (línea horizontal verde), que corresponde a la observación 67 (julio 2007).

En el gráfico 3.2.3 del precio internacional de la leche en polvo descremada, no se observa cambio alguno en el periodo estudiado, siendo un punto potencial de quiebre la observación 64 (abril 2007), que corresponde al punto más bajo del gráfico.

Por último, el gráfico 3.2.4 del precio internacional del queso cheddar, en el cual se muestra claramente un punto de quiebre (línea roja punteada), exactamente en la posición 68 (agosto 2007).

Es importante destacar que cada uno de los posibles puntos de quiebre en cada una de las series están en el año 2007, que coincide con el año en donde bruscamente subieron los precios de los alimentos en el mundo, y en el caso de los productos lácteos, debido al agotamiento del stock y a escases de alimentos para el ganado (forraje) producido por sequias y lluvias.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Tabla 3.3.5:** Resultados Zivot-Andrews test

| <i>Serie de Tiempo</i>                    | <i>Estimado</i> | <i>1%</i> | <i>5%</i> | <i>10%</i> |
|---|-----------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Precio pagado a productor chileno</i>  | -3.86           | -4.93     | -4.42     | -4.11      |
| <i>Precio internacional LPE</i>           | -4.33           | -4.93     | -4.42     | -4.11      |
| <i>Precio internacional LPD</i>           | -3.41           | -4.93     | -4.42     | -4.11      |
| <i>Precio internacional queso cheddar</i> | -4.62           | -4.93     | -4.42     | -4.11      |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Los resultados de los test los podemos observar en la tabla 3.3.5, en la cual para el caso del precio pagado a productor chileno no es posible rechazar la hipótesis de raíz unitaria, confirmándose lo ya mostrado en su respectivo gráfico. Para el caso del precio internacional LPE, rechazamos la hipótesis nula de raíz unitaria al 10%, pero esta misma hipótesis no es posible rechazarla al 5%, por lo cual no habría un cambio estructural significativo. Por otra parte, para el caso del precio internacional LPD ocurre lo mismo que para el precio chileno, en el cual no podemos rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria, y, por último, en el caso del precio internacional del queso cheddar, rechazamos la hipótesis nula de raíz unitaria, siendo en este el único caso que es más notorio y significativo el cambio producido en el año 2007.

En definitiva, los resultados antes expuestos nos permiten seguir trabajando según lo planteado por Engle y Granger, por lo cual se procede a mostrar los resultados de los test de raíz unitaria (Dickey-Fuller Aumentada, Phillips-Perron y KPSS) para las series de tiempo diferenciada. Los resultados expresados en términos del p-value para cada uno de los test se muestran en la tabla 3.3.5, en donde para todos los casos las series en su primera diferencia es estacionaria, siendo para las series LPE y LPD en el ADF test esta afirmación válida al 5%, mientras que para el test de Phillips-Perron se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria para todas las series incluso al 1%, y en el KPSS test, no es posible rechazar la hipótesis nula de estacionariedad incluso al 10%.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Tabla 3.3.6:** Test de raíz unitaria series de tiempo diferenciadas

| <b>Test</b>  | <b>Precio Chileno</b> | <b>LPE</b> | <b>LPD</b> | <b>Queso Cheddar</b> |
|--|-----------------------|------------|------------|----------------------|
| <i>Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test</i> | p < 0.01              | p = 0.03   | p = 0.04   | p < 0.01             |
| <i>Phillips-Perron Unit Root Test</i>              | p < 0.01              | p < 0.01   | p < 0.01   | p < 0.01             |
| <i>KPSS Unit Root Test</i>                         | p > 0.1               | p > 0.1    | p > 0.1    | p > 0.1              |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

**3.4.- Desarrollo y aplicación de los modelos**

Dado que Chile es un país pequeño, y por ende su mercado lácteo también lo es, se espera que las decisiones que se toman no afecten al mercado global, pero sí que las decisiones o variaciones en el precio internacional, afecten al precio pagado a productor chileno. Es por esto, que en este apartado estimaremos tres modelos para explicar el comportamiento del precio pagado a productor chileno, cada modelo teniendo como variable independiente uno de los precios internacionales.

Para esto, en cada modelo estimado, se realizará a través de la metodóloga planteada por Engle y Granger, bajo una mirada de simetría en la transmisión de precios, es decir, el método de Engle y Granger lo podemos dividir en etapas: la primera es la estimación de la estacionariedad de la serie, con lo cual al aplicar los test (Dickey-Fuller Aumentada, Phillips-Perron y KPSS), test ya aplicados en la sección 3.3 del informe, en la cual descubrimos que las series son integradas de orden uno. La segunda etapa consiste en la prueba de cointegración, para lo cual utilizaremos las series para estimar la regresión cointegrante como la que se muestra en la ecuación (1a) la cual es una variante de la ecuación (1) mostrada en el capítulo 2, en donde  $Y_t$  representa al precio pagado al productor chileno (en dólares),  $X_t$  representa el precio internacional (leche en polvo entera, leche en polvo descremada o queso cheddar según sea el caso) en dólares,  $\beta_1$  y  $\beta_2$  son los coeficientes,  $\mu_t$  es el termino de error.

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \mu_t \tag{1a}$$

Es importante señalar que para poder decir que las series están cointegradas y alcanzan el equilibrio en el largo plazo los residuos ( $\mu_t$ ) deben ser estacionarios, para lo cual se aplica el test de Dickey-Fuller Aumentada, además de la prueba de cointegración de Phillips-Ouliaris. La tercera etapa de la metodología de Engle y Granger consiste en la

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

estimación del Modelo de Corrección de Error, pero en esta oportunidad, omitiremos este paso, al realizar una relación asumiendo asimetrías en la transmisión de precios (siguiendo la hipótesis de trabajo inicial), para lo cual se utiliza los modelos TAR Y MTAR y sus respectivos consistentes, modelo que puede observarse en la ecuación (5), (6a) y (6b) del capítulo 2. Al mismo tiempo que se realizan estos modelos, se aplican otras pruebas de cointegración y asimetrías, pruebas que son la base de decisión para la posterior estimación del modelo de corrección simétrico o asimétrico según sea el caso. Para el desarrollo de este apartado de la investigación se sigue el trabajo realizado por Sun (2011) y su paquete para el programa estadístico R titulado Asymmetric Price Transmission (Sun, 2015).

**3.4.1 Modelo 1: Precio Productor Local ~ Precio Internacional LPE**

Para el primer modelo, planteamos como variable independiente el precio internacional de la leche en polvo entera (LPE), y como variable explicada el precio pagado a productor chileno. Dado que ambas series son integradas de orden uno, se procede a calcular la regresión cointegrante como muestra la tabla 3.4.1.1, en la cual los coeficientes estimados son significativos incluso al 1%.

**Tabla 3.4.1.1:** Estimadores regresión cointegrante modelo 1

| <i>Ítem</i>    | <i>Valor</i> |
|----------------|--------------|
| $\beta_1$      | 0.1528***    |
| $\beta_2$      | 0.0024***    |
| $R^2$ Ajustado | 0.7849       |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Como la condición para que se cumpla lo planteado por Engle y Granger y exista una relación de largo plazo entre las series, es que los residuos sean estacionarios, se procede a la elección del mejor lag para la realización de los test de raíz unitaria, utilizando el criterio del menor AIC, por lo cual se utilizará lag=2 para los test de raíz unitaria. Complementando estos resultados se utiliza la prueba de cointegración de Phillips-Oularis, la cual plantea en su hipótesis nula la no existencia de cointegración. Los resultados se muestran en la tabla 3.4.1.2 en donde podemos observar que los residuos son estacionarios al rechazar la hipótesis nula en el ADF test incluso al 1%. Finalmente, en la prueba de cointegración de Phillips-Oularis, podríamos rechazar la hipótesis nula de

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

no cointegración solo al 10%, por lo cual las series del precio pagado a productor chileno con el precio internacional de la leche en polvo entera están cointegradas.

**Tabla 3.4.1.2:** Test de raíz unitaria residuos modelo 1

| <b>Test</b>  | <b>Estimado</b> | <b>1%</b> | <b>5%</b> | <b>10%</b> |
|--|-----------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test</i> | -3.21           | -2.58     | -1.95     | -1.62      |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

**Tabla 3.4.1.3:** Test de cointegración modelo 1

| <b>Test</b>                                | <b>P-value</b> |
|--|----------------|
| <i>Phillips-Oularis Cointegration Test</i> | 0.087          |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Para realizar el análisis asimétrico a través de los Modelos TAR y MTAR con sus respectivos consistentes, se debe elegir el lag indicado para cada modelo, y para los respectivos consistentes, se debe elegir el mejor umbral, para lo cual se sigue el método de Chan (1993). Para la elección del lag se utilizó el criterio AIC logrando para todos los modelos como mejor lag=1, obteniendo como resultados los mostrados en la siguiente tabla.

Los resultados mostrados en la tabla 3.4.1.3 con \*\*\* son significativos al 10%, los con \*\* son significativos al 5%, mientras que los \* son significativos al 1%. Una de las formas de realizar la elección del mejor modelo de los estimado, es a través del criterio AIC y BIC, en los cuales obtenemos los mejores resultados en el MTAR Consistente, siendo en este modelo con umbral de -0.015, en el cual, las desviaciones negativas en los precios (o a la izquierda de este umbral) son absorbidas de forma más rápida que las desviaciones positivas, esto genera que las desviaciones positivas sean absorbidas en un 7,9% mensual, mientras que las desviaciones negativas son absorbidas más rápidamente, concretamente en un 29,6% mensual. Lo anterior, llevado a meses, se traduce que un shock que eleve el precio internacional de la leche entera en polvo por sobre el umbral, se demora 12,7 meses (1/0.079) en ser traspasado al precio pagado a productor local, mientras que los shocks negativos son traspasados más rápidamente, concretamente en 3,4 meses (1/0.296) son absorbidos por el precio pagado a productor local. Esto conlleva a que el precio internacional no es traspasado de la misma forma al precio pagado a productor chileno, lo cual concuerda en parte con los planteado con los productores locales, quienes manifiestan que cuando el precio va a la baja, las procesadoras ajustan

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

rápidamente los precios, caso totalmente opuesto a cuando los precios de los productos lácteos a nivel internacional se encuentran en ciclos alcistas.

**Tabla 3.4.1.4:** Resultados Engle-Granger y test de cointegración por umbrales modelo 1

| <i>Ítem</i>        | <i>Engle-Granger</i> | <i>TAR</i> | <i>TAR Consistente</i> | <i>MTAR</i> | <i>MTAR Consistente</i> |
|--------------------|----------------------|------------|------------------------|-------------|-------------------------|
| <i>Estimate</i>    |                      |            |                        |             |                         |
| <i>Threshold</i>   |                      | 0          | -0.028                 | 0           | -0.015                  |
| <i>r1+</i>         | 0.0024***            | -0.086**   | -0.076*                | -0.093**    | -0.079**                |
| <i>T-Value</i>     | (23.80)              | (-2.006)   | (-1.801)               | (-2.021)    | (-2.267)                |
| <i>r2</i>          |                      | -0.132***  | -0.15***               | -0.117**    | -0.296***               |
| <i>T-Value</i>     |                      | (-2.596)   | (-2.883)               | (-2.502)    | (-3.263)                |
| <i>Diagnóstico</i> |                      |            |                        |             |                         |
| <i>AIC</i>         | -515.121             | -793.861   | -794.631               | -793.494    | -798.471                |
| <i>BIC</i>         | -505.972             | -781.714   | -782.483               | -781.346    | -786.624                |
| <i>Qlb(4)</i>      | 0.918                | 0.842      | 0.854                  | 0.859       | 0.726                   |
| <i>Qlb(8)</i>      | 0.772                | 0.792      | 0.8                    | 0.825       | 0.868                   |
| <i>Qlb(12)</i>     | 0.831                | 0.851      | 0.844                  | 0.867       | 0.876                   |
| <i>H1: no CI</i>   |                      | 5.234*     | 5.639                  | 5.041       | 7.687**                 |
| <i>C.V (1%)</i>    |                      | 8.040      | 9.180                  | 8.620       | 8.840                   |
| <i>C.V (5%)</i>    |                      | 5.870      | 6.930                  | 6.380       | 6.630                   |
| <i>C.V (10%)</i>   |                      | 4.920      | 5.920                  | 5.360       | 5.570                   |
| <i>H2: no APT</i>  |                      | 0.503      | 1.262                  | 0.141       | 5.107                   |
| <i>H2:p-value</i>  |                      | [0.479]    | [0.263]                | [0.707]     | [0.025]                 |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

El test de cointegración planteado en la tabla 3.4.1.3 como H1, es realizado con los valores críticos planteados por Enders & Siklos (2001), rechazando la hipótesis nula de no cointegración al nivel de 5% de significancia.

Adicionalmente, se muestra el test H2 de no asimetría en la transmisión de precios, el cual tiene un p-value de 0.025, lo que indica que rechazamos la hipótesis nula de no asimetría al 5%, lo cual permite concluir asimetría en la transmisión de precios, en la cual, los shocks negativos se transmiten más rápido que los positivos.

**Tabla 3.4.1.5:** Resultados modelo de corrección de error asimétrico modelo 1

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

| Ítem   | Precio Internacional LPE |         | Precio Pagado a Productor |         |
|--|--------------------------|---------|---------------------------|---------|
|  | Estimate                 | t-ratio | Estimate                  | t-ratio |
| $\theta$                                       | 0.737                    | 0.860   | 0.001                     | 0.497   |
| $\alpha_1^+$                                   | 0.465***                 | 3.532   | 0.000*                    | 1.740   |
| $\alpha_1^-$                                   | 0.536***                 | 3.509   | 0.001**                   | 2.149   |
| $\beta_1^+$                                    | -40.186                  | -0.619  | 0.306**                   | 2.660   |
| $\beta_1^-$                                    | 39.851                   | 0.566   | 0.224*                    | 1.797   |
| $\delta^+$                                     | 9.077                    | 0.636   | -0.061**                  | -2.402  |
| $\delta^-$                                     | 43.864                   | 1.195   | -0.189***                 | -2.904  |
| $R^2$  | 0.22                     | -       | 0.35                      | -       |
| AIC  | 1032.53                  | -       | -918.70                   | -       |
| BIC  | 1056.83                  | -       | -894.40                   | -       |
| LB(4)  | 0.16                     | -       | 0.36                      | -       |
| LB(8)  | 0.16                     | -       | 0.08                      | -       |
| LB(12)   | 0.14                     | -       | 0.05                      | -       |
| $H_{01}: \alpha^+ = \alpha^- = 0$ for all lags | 17.533***                | [0.000] | 5.380***                  | [0.006] |
| $H_{02}: \beta^+ = \beta^- = 0$ for all lags   | 0.272                    | [0.762] | 7.184***                  | [0.001] |
| $H_{03}: \alpha_1^+ = \alpha_1^-$              | 0.096                    | [0.758] | 0.187                     | [0.666] |
| $H_{04}: \beta_1^+ = \beta_1^-$                | 0.540                    | [0.464] | 0.180                     | [0.672] |
| $H_{07}: \delta^+ = \delta^-$                  | 0.795                    | [0.374] | 3.436*                    | [0.066] |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Tomando en consideración los valores AIC y BIC de cada uno de los modelos estimados, y el test de asimetría, se procede a estimar el Modelo de Corrección de Error Asimétrico, a partir del mejor modelo estimado, en este caso el MTAR Consistente, tomando en consideración como variable dependiente tanto el precio internacional como el precio pagado a productor chileno, resultados que se muestran en la tabla 3.4.1.4, en donde los coeficientes estimados con \*, \*\* y \*\*\* son significativos al 10%, 5% y 1% respectivamente.

En el MCE asimétrico estimado, se observa claramente que los coeficientes estimados para la explicación del precio pagado a productor chileno son todos estadísticamente significativos ya sea al 10% o al 5%, mientras que en el modelo del precio internacional LPE, solo son significativos aquellos que hacen referencia a su mismo precio (alfas), lo que tiene cierto sentido con lo planteado en el transcurso de la investigación, en la cual

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Chile al ser un país pequeño, sus decisiones y precios no deberían afectar al precio internacional. Esto queda manifestado de mejor forma en las pruebas de Granger causalidad ( $H_{01}$  y  $H_{02}$ ), en las cuales, tomando el modelo del precio pagado a productor chileno, tanto el precio internacional LPE y el precio pagado a productor chileno, Granger causa al precio pagado a productor chileno, mientras que el precio internacional solamente se Granger causa a sí mismo, siendo este test significativo al 1%.

En relación a la última hipótesis ( $H_{07}$ ) se concluye la existencia de asimetrías en el ajuste de equilibrio en el corto plazo (significativo al 10%), por lo cual los deltas ( $\delta$ ) implican que, ante un shock positivo, los precios se ajustan a un ritmo de 6,1% mensual, sin embargo, ante un shock negativo, el ajuste es mucho más rápido, en términos del 18,9% mensual.

**3.4.2 Modelo 2: Precio Productor Local ~ Precio Internacional LPD**

Para el segundo modelo, planteamos como variable independiente el precio internacional de la leche en polvo descremada (LPD), y como variable explicada el precio pagado a productor chileno. Dado que ambas series son integradas de orden uno, se procede a calcular la regresión cointegrante como muestra la tabla 3.4.2.1, en la cual los coeficientes estimados son significativos incluso al 1%.

**Tabla 3.4.2.1:** Estimadores regresión cointegrante modelo 2

| <i>Ítem</i>    | <i>Valor</i> |
|----------------|--------------|
| $\beta_1$      | 0.1508***    |
| $\beta_2$      | 0.0027***    |
| $R^2$ Ajustado | 0.7745       |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Nuevamente, como la condición para que se cumpla lo planteado por Engle y Granger y exista una relación de largo plazo entre las series, es que los residuos sean estacionarios, se procede a la elección del mejor lag para la realización de los test de raíz unitaria, utilizando el criterio del menor AIC, por lo cual se utilizará lag=6 para los test de raíz unitaria. Complementando estos resultados se utiliza la prueba de cointegración de Phillips-Oularis, la cual plantea en su hipótesis nula la no existencia de cointegración. Los resultados se muestran en la tabla 3.4.2.2 en donde podemos observar que los residuos son estacionarios al rechazar la hipótesis nula en el ADF test incluso al 1%. Por otra parte, la prueba de cointegración de Phillips-Oularis, está al límite del 10%.



EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos en estas pruebas en comparación a las obtenidas en el modelo 1, están un poco más al límite, aun así, se procederá a estimar el modelo asimétrico, teniendo en consideración que una de las pruebas más utilizadas para estimar la estacionariedad de los residuos es el ADF test, que es prueba principal efectuada por Sun (2011) y además para observar que resultados obtenemos de la aplicación de los otros test de cointegración y asimetrías.

**Tabla 3.4.2.2:** Test de raíz unitaria residuos modelo 2

| <b>Test</b>  | <b>Estimado</b> | <b>1%</b> | <b>5%</b> | <b>10%</b> |
|--|-----------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test</i> | -2.88           | -2.58     | -1.95     | -1.62      |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

**Tabla 3.4.2.3:** Test de cointegración modelo 2

| <b>Test</b>                                | <b>P-value</b> |
|--|----------------|
| <i>Phillips-Oularis Cointegration Test</i> | 0.105          |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Para realizar el análisis asimétrico a través de los Modelos TAR y MTAR con sus respectivos consistentes, se debe elegir el lag indicado para cada modelo, y para los respectivos consistentes, se debe elegir el mejor umbral, para lo cual se sigue el método de Chan (1993). Para la elección del lag se utilizó el criterio AIC logrando para todos los modelos como mejor lag=5, obteniendo como resultados los mostrados en la siguiente tabla.

Nuevamente la forma de elección del mejor modelo, es a través del criterio del menor AIC y BIC, el cual sería el MTAR Consistente. En este análisis, lo fundamental son los test de cointegración y asimetría, en donde el test de cointegración planteado en la tabla 3.4.2.4 como H1, es realizado con los valores críticos planteados por Enders & Siklos (2001), rechazando la hipótesis nula de no cointegración solamente al nivel de 10% de significancia. Por otro lado, el resultado un poco sorprendente, es el que se muestra en el test H2 de no asimetría en la transmisión de precios, el cual tiene un p-value de 0.198, lo que indica que no podemos rechazar la hipótesis nula de no asimetría incluso al 10%. Estos test nos muestran que, si bien tanto en el primer modelo estimado bajo las premisas de Engle y Granger, y en estos test de modelos asimétricos, en el mejor modelo se confirma que las series están relacionadas, aunque esta relación sería simétrica.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Tabla 3.4.2.4:** Resultados test de cointegración por umbrales modelo 2

| <i>Ítem</i>        | <i>TAR</i>         | <i>TAR</i> | <i>MTAR</i>        | <i>MTAR</i> |
|--------------------|--------------------|------------|--------------------|-------------|
|                    | <i>Consistente</i> |            | <i>Consistente</i> |             |
| <i>Diagnóstico</i> |                    |            |                    |             |
| <i>AIC</i>         | -757.805           | -758.190   | -758.990           | -759.539    |
| <i>BIC</i>         | -733.720           | -734.105   | -734.905           | -735.454    |
| <i>H1: no CI</i>   | 5.208              | 5.405      | 5.817*             | 6.100*      |
| <i>C.V (1%)</i>    | 8.940              | 10.180     | 8.260              | 8.470       |
| <i>C.V (5%)</i>    | 6.350              | 7.560      | 6.120              | 6.320       |
| <i>C.V (10%)</i>   | 5.230              | 6.440      | 5.130              | 5.320       |
| <i>H2: no APT</i>  | 0.012              | 0.380      | 0.286              | 0.198       |
| <i>H2:p-value</i>  | [0.913]            | [0.539]    | [0.286]            | [0.198]     |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Los coeficientes estimados en la tabla 3.4.2.5 con \*, \*\* y \*\*\* representan la significancia estadística ya sea al 10%, 5% o 1% respectivamente. De la totalidad de coeficientes estimados, solo 5 son estadísticamente significativos.

De los coeficientes estimados, el delta ( $\delta$ ) está relacionado al error en el periodo anterior, el cual, si es diferente de cero, indica que el modelo no está en equilibrio. Por ejemplo, si suponemos los demás valores ceros y el termino del error del periodo t-1 es positivo, quiere decir que el precio pagado a productor chileno en t-1 es demasiado alto para estar en equilibrio (esta sobre su valor de equilibrio). Como se espera que el delta ( $\delta$ ) sea negativo, el termino  $\delta u_{t-1}$  es negativo, por la tanto la variación del precio pagado a productor chileno será negativa para restablecer el equilibrio. Por otro lado si  $u_{t-1}$  es negativo,  $\delta u_{t-1}$  será positivo, lo que provocará que la variación en el precio pagado a productor chileno sea positiva, lo que provocará que el precio aumente en el periodo. Por lo tanto, el valor absoluto de  $\delta$  determinará la rapidez con que se restablecerá el equilibrio. En definitiva, este coeficiente debe ser negativo (Gujarati & Porter, 2010).

**Tabla 3.4.2.5:** Modelo de corrección error simétrico modelo 2

| <i>Ítem</i> | <i>Precio Pagado a Productor</i> |
|-------------|----------------------------------|
|-------------|----------------------------------|

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

|            | Estimate  | t-ratio |
|------------|-----------|---------|
| $\theta$   | 0.001     | 0.872   |
| $\alpha_1$ | 0.001***  | 3.291   |
| $\alpha_2$ | 0.000     | -0.257  |
| $\alpha_3$ | 0.000*    | -1.829  |
| $\alpha_4$ | 0.000     | 0.412   |
| $\alpha_5$ | 0.000     | -1.019  |
| $\beta_1$  | 0.252***  | 3.068   |
| $\beta_2$  | 0.147*    | 1.756   |
| $\beta_3$  | 0.054     | 0.637   |
| $\beta_4$  | -0.023    | -0.262  |
| $\beta_5$  | -0.071    | -0.911  |
| $\delta$   | -0.103*** | -3.593  |
| $R^2$      | 0.40      | -       |
| AIC        | -892.19   | -       |
| BIC        | -853.05   | -       |
| LB(4)      | 0.99      | -       |
| LB(8)      | 0.63      | -       |
| LB(12)     | 0.28      | -       |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

**3.4.3 Modelo 3: Precio Productor Local ~ Precio Internacional Queso Cheddar**

Para el tercer modelo planteado, la variable independiente es el precio internacional del queso cheddar, y la variable dependiente el precio pagado a productor chileno. Dado que ambas series son integradas de orden uno, se procede a calcular la regresión cointegrante como muestra la tabla 3.4.3.1, en la cual los coeficientes estimados son significativos incluso al 1%.

Como la condición para que se cumpla lo planteado por Engle y Granger y exista una relación de largo plazo entre las series (cointegración), es que los residuos sean estacionarios, se procede a la elección del mejor lag para la realización de los test de raíz unitaria, utilizando el criterio del menor AIC, por lo cual se utilizará lag=3 en la aplicación de los test de raíz unitaria. Complementando estos resultados se utiliza la prueba de cointegración de Phillips-Oularis, la cual plantea en su hipótesis nula la no existencia de cointegración. Los resultados muestran que los residuos son estacionarios al rechazar la

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

hipótesis nula en el ADF test incluso al 1%, mientras que, en la prueba de cointegración de Phillips-Oularis, nos confirma los resultados obtenidos en el ADF test y Phillips-Perron test, rechazando la hipótesis nula de no cointegración al 5% de significancia.

**Tabla 3.4.3.1:** Estimadores regresión cointegrante modelo 3

| <i>Ítem</i>    | <i>Valor</i> |
|----------------|--------------|
| $\beta_1$      | 0.1319***    |
| $\beta_2$      | 0.0030***    |
| $R^2$ Ajustado | 0.8373       |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

**Tabla 3.4.3.2:** Test de raíz unitaria residuos modelo 3

| <i>Test</i>  | <i>Estimado</i> | <i>1%</i> | <i>5%</i> | <i>10%</i> |
|--|-----------------|-----------|-----------|------------|
| <i>Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test</i> | -3.73           | -2.58     | -1.95     | -1.62      |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

**Tabla 3.4.3.3:** Test de cointegración modelo 3

| <i>Test</i>                                | <i>P-value</i> |
|--|----------------|
| <i>Phillips-Oularis Cointegration Test</i> | 0.045          |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Para continuar y realizar el análisis asimétrico a través de los Modelos TAR y MTAR con sus respectivos consistentes, se debe elegir el lag indicado para cada uno de los modelos, debiéndose elegir el mejor umbral, a través del método de Chan (1993). Para la elección del lag se utilizó el criterio del menor AIC logrando para todos los modelos como mejor lag=2, obteniendo como resultados los que se muestran en la siguiente tabla.

Los coeficientes en la tabla 3.4.3.4 con \*, \*\* y \*\*\* representan la significancia estadística ya sea al 10%, 5% o 1% respectivamente. La forma de elección del modelo que se ajusta mejor a los datos, es a través del criterio del menor AIC y BIC, en los cuales obtenemos los mejores resultados nuevamente en el MTAR Consistente. En este modelo con umbral de -0.017, las desviaciones negativas en los precios (a la izquierda del umbral) son absorbidas de forma más rápida que las desviaciones positivas, esto genera que las desviaciones por sobre el umbral sean absorbidas en un 10,8% mensual, mientras que las desviaciones bajo el umbral son absorbidas más rápidamente, concretamente en un 36,3% mensual. Lo anterior, llevado a meses, se traduce que un shock que eleve el precio

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

internacional del queso sobre el umbral, se demora 9,3 meses (1/0.108) en ser traspasado al precio pagado a productor local, mientras que los shocks negativos son traspasados más rápidamente, concretamente en 2.8 meses (1/0.363) son absorbidos por el precio pagado a productor local. Tal como mostraron los resultados de los modelos anteriores, el precio internacional no es traspasado de la misma forma al precio pagado a productor chileno, lo cual concuerda con lo planteado con los productos, que el precio no se traspasa de la misma forma, cuando va al alza o a la baja.

**Tabla 3.4.3.4:** Resultados Engle-Granger y test de cointegración por umbrales modelo 3

| <i>Ítem</i>        | <i>Engle-Granger</i> | <i>TAR</i> | <i>TAR Consistente</i> | <i>MTAR</i> | <i>MTAR Consistente</i> |
|--------------------|----------------------|------------|------------------------|-------------|-------------------------|
| <i>Estimate</i>    |                      |            |                        |             |                         |
| <i>Threshold</i>   |                      | 0          | -0.033                 | 0           | -0.017                  |
| <i>r1+</i>         | 0.0030***            | -0.122**   | -0.105**               | -0.131**    | -0.108**                |
| <i>T-Value</i>     | (23.095)             | (-2.380)   | (-2.149)               | (-2.549)    | (-2.574)                |
| <i>r2</i>          |                      | -0.191***  | -0.230***              | -0.177***   | -0.363***               |
| <i>T-Value</i>     |                      | (-3.271)   | (-3.696)               | (-3.06)     | (-4.14)                 |
| <i>Diagnóstico</i> |                      |            |                        |             |                         |
| <i>AIC</i>         | -558.636             | -785.335   | -787.191               | -784.855    | -791.760                |
| <i>BIC</i>         | -549.487             | -770.182   | 772.039                | -769.703    | -776.608                |
| <i>Qlb(4)</i>      | 0.999                | 0.981      | 0.967                  | 0.986       | 0.959                   |
| <i>Qlb(8)</i>      | 0.931                | 0.853      | 0.824                  | 0.859       | 0.639                   |
| <i>Qlb(12)</i>     | 0.703                | 0.659      | 0.649                  | 0.650       | 0.448                   |
| <i>H1: no CI</i>   |                      | 7.677**    | 8.680**                | 7.420**     | 11.202***               |
| <i>C.V (1%)</i>    |                      | 8.040      | 9.180                  | 8.620       | 8.840                   |
| <i>C.V (5%)</i>    |                      | 5.870      | 6.930                  | 6.380       | 6.630                   |
| <i>C.V (10%)</i>   |                      | 4.920      | 5.920                  | 5.360       | 5.570                   |
| <i>H2: no APT</i>  |                      | 0.842      | 2.671                  | 0.373       | 7.269                   |
| <i>H2:p-value</i>  |                      | [0.360]    | [0.104]                | [0.542]     | [0.008]                 |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

**Tabla 3.4.3.5:** Resultados modelo de corrección de error asimétrico modelo 3

| <i>Ítem</i> | <i>Precio Internacional</i> | <i>Precio Pagado</i> | <i>a</i> |
|-------------|-----------------------------|----------------------|----------|
|-------------|-----------------------------|----------------------|----------|

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

|   | <b>Queso</b> |         | <b>Productor</b> |         |
|---|--------------|---------|------------------|---------|
|   | Estimate     | t-ratio | Estimate         | t-ratio |
| $\theta$  | 0.209        | 0.307   | 0.001            | 0.616   |
| $\alpha_1^+$  | 0.500        | 3.680   | 0.000            | -0.085  |
| $\alpha_2^+$  | 0.058        | 0.446   | 0.000            | 0.286   |
| $\alpha_1^-$  | 0.426***     | 0.303   | 0.001***         | 3.9     |
| $\alpha_2^-$  | 0.060        | 0.446   | 0.000            | -1.138  |
| $\beta_1^+$   | 11.533       | 0.235   | 0.381***         | 3.036   |
| $\beta_2^+$   | 36.704       | 0.728   | 0.126            | 0.975   |
| $\beta_1^-$   | 155.169***   | 2.663   | 0.291*           | 1.958   |
| $\beta_2^-$   | -108.931*    | -1.959  | -0.024           | -0.172  |
| $\delta^+$  | 10.109       | 0.857   | -0.065**         | -2.152  |
| $\delta^-$  | 116.174***   | 4.476   | -0.059           | -0.889  |
| $R^2$   | 0.36         | -       | 0.31             | -       |
| AIC   | 932.49       | -       | -894.44          | -       |
| BIC   | 968.86       | -       | -858.07          | -       |
| LB(4)   | 0.14         | -       | 0.18             | -       |
| LB(8)   | 0.47         | -       | 0.06             | -       |
| LB(12)  | 0.68         | -       | 0.04             | -       |
| $H_{01}: \alpha^+ = \alpha^- = 0$ for all lags                              | 9.319***     | [0.000] | 4.054***         | [0.004] |
| $H_{02}: \beta^+ = \beta^- = 0$ for all lags                                | 2.699**      | [0.033] | 5.563***         | [0.000] |
| $H_{03}: \alpha_1^+ = \alpha_1^-$   | 0.125        | [0.724] | 6.019**          | [0.015] |
| $H_{03}: \alpha_2^+ = \alpha_2^-$   | 0.000        | [0.991] | 0.865            | [0.354] |
| $H_{04}: \beta_1^+ = \beta_1^-$   | 2.856*       | [0.093] | 0.171            | [0.680] |
| $H_{04}: \beta_2^+ = \beta_2^-$   | 2.948*       | [0.088] | 0.479            | [0.490] |
| $H_{05}: \sum^2_i = 1^{\wedge}(\alpha^+) = \sum^2_i = 1^{\wedge}(\alpha^-)$ | 0.076        | [0.783] | 1.546            | [0.216] |
| $H_{06}: \sum^2_i = 1^{\wedge}(\beta^+) = \sum^2_i = 1^{\wedge}(\beta^-)$   | 0.000        | [0.985] | 0.753            | [0.387] |
| $H_{07}: \delta^+ = \delta^-$   | 14.017***    | [0.000] | 0.007            | [0.936] |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

El test de cointegración planteado en la tabla 3.4.3.4 como H1, es realizado con los valores críticos planteados por Enders & Siklos (2001), rechazando la hipótesis nula de no cointegración incluso al nivel de 5% de significancia, lo cual vuelve a confirmar los

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

resultados arrojados por los test de raíz unitaria aplicado a los residuos, siguiendo la metodología de Engle y Granger.

Adicionalmente, se muestra el test H2 de no asimetría en la transmisión de precios, el cual tiene un p-value de 0.008, lo que indica que rechazamos la hipótesis nula de no asimetría incluso al 1%, lo cual permite concluir claramente, la existencia de asimetría en la transmisión de precios, en la cual, los shocks negativos se transmiten más rápido que los positivos.

Tomando en consideración los valores AIC y BIC de cada uno de los modelos estimados en la tabla 3.4.3.4, y el respectivo test de asimetría, se procede a estimar el Modelo de Corrección de Error Asimétrico, a partir del mejor modelo estimado, en este caso el MTAR Consistente, tomando en consideración como variable dependiente tanto el precio internacional del queso cheddar como el precio pagado a productor chileno, resultados que se muestran en la tabla 3.4.3.5, en donde los coeficientes estimados con \*, \*\* y \*\*\* son significativos al 10%, 5% y 1% respectivamente.

En el MCE asimétrico estimado, se observa claramente que de los coeficientes estimados para la explicación del precio pagado a productor chileno solo cuatro de ellos son estadísticamente significativo, mientras que en el modelo del precio internacional LPE, también son cuatro los coeficientes significativos.

En relación a las pruebas de Granger causalidad ( $H_{01}$  y  $H_{02}$ ), los resultados son un poco sorprendente, principalmente los relacionados al precio internacional del queso cheddar, dado que los resultados indican que el precio internacional del queso se Granger causa a sí mismo (lo que tiene sentido), pero también, el precio pagado a productor chileno Granger causa al precio del queso, siendo este último extraño, si consideramos que Chile es un país pequeño, y por ende no tiene la capacidad de influir en el precio internacional. Esto último queda mejor explicado si consideramos los fundamentos del test de causalidad de Granger el cual plantea que “si una variable retardada está correlacionada con valores futuros de otra variable se dice que una variable es causa de la otra ‘según Granger’” (Montero Granados, 2013a). Por lo mismo, simplemente decir que existe causalidad entre las variables no es correcto, dado que pueden existir otras razones que generen esta causalidad y no porque exista verdaderamente, lo cual tal como plantea Montero (2013a) esta limitación debe ser superada con la razón y la literatura, en la cual, como hemos planteado desde el inicio, Chile no tiene el poder de influenciar el precio

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

internacional, y este test nos indica que de que existe cierta relación entre las variables, por lo tanto lo que sí se puede probar con este test es la contrario, es decir, “si no existe dicha correlación entonces la variable retardada NO CAUSA a la otra” (Montero Granados, 2013a).

Por otra parte, las pruebas aplicadas al MCE explicando el precio pagado a productor chileno, tanto el precio internacional del queso cheddar como el precio pagado a productor chileno, Granger causa al precio pagado a productor chileno, siendo este test significativo al 1%.

En relación a la última hipótesis ( $H_{07}$ ) se concluye la existencia de asimetrías en el ajuste de equilibrio en el corto plazo (significativo al 1%), solo para el caso del queso cheddar, no siendo estadísticamente significativa esta prueba para el precio pagado a productor chileno.

### **3.5.- Análisis de volatilidad de las series de tiempo**

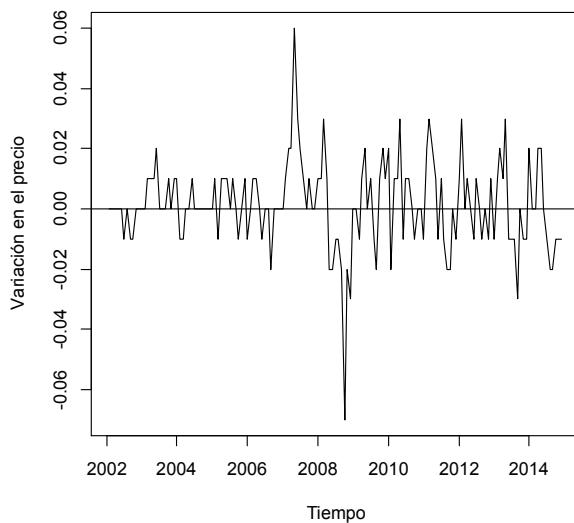
En el capítulo 2 establecimos en que consistían los modelos de volatilidad, y en este apartado, los aplicaremos a las series estudiadas durante la investigación. Para ser más precisos, utilizaremos el modelo GARCH(1,1) planteado en la ecuación (9) durante el capítulo 2, en el cual, la varianza del modelo, es explicada por el termino de error en el periodo anterior y por la varianza del periodo anterior.

Asimismo, para visualizar la variación de los precios agrícolas más claramente, se presenta a continuación la diferencia en los precios durante el periodo 2002 a 2014, en donde podemos visualizar más claramente, los cambios más bruscos después del año 2006.



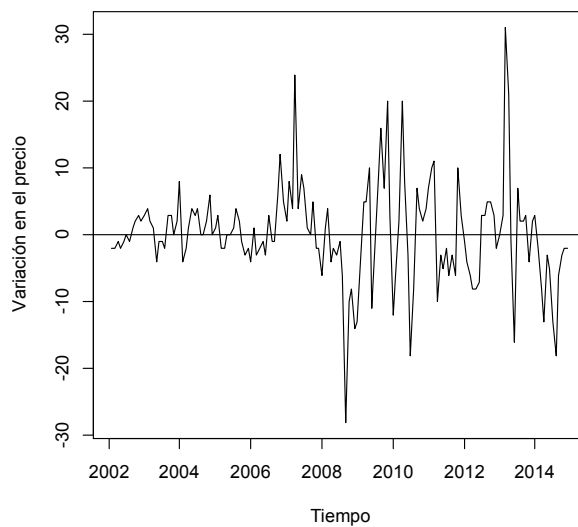
EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Gráfico 3.5.1:** Variación mensual en el precio pagado a productor chileno 2002-2014



Fuente: elaboración propia.

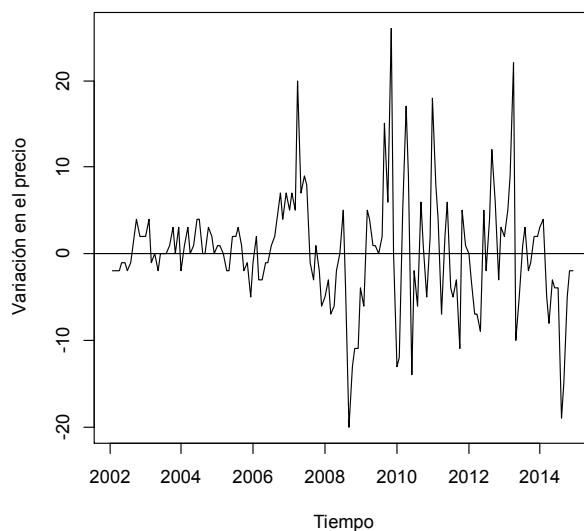
**Gráfico 3.5.2:** Variación mensual en el precio internacional leche en polvo entera 2002-2014



Fuente: elaboración propia.

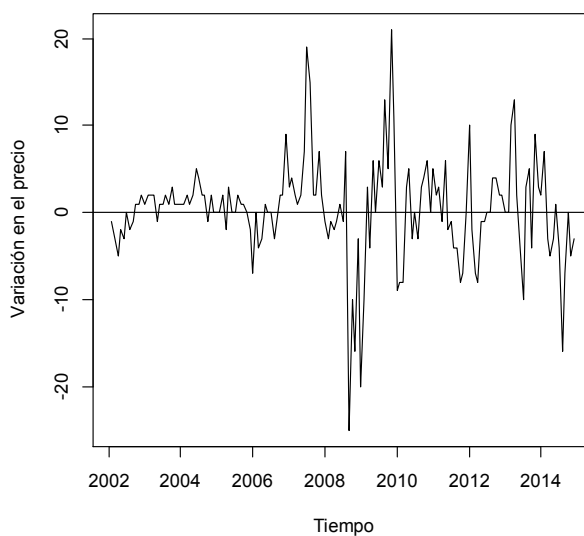
EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Gráfico 3.5.3:** Variación mensual en el precio internacional leche en polvo entera 2002-2014



Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 3.5.4:** Variación mensual en el precio internacional queso cheddar 2002-2014



Fuente: elaboración propia.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

**Tabla 3.5.1:** Resultados modelo GARCH(1,1)

|                                   | <i>Estimate</i> | <i>p-value</i> |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| <i>Precio pagado a productor</i>  |                 |                |
| $\alpha_0$                        | 0.000003        | [0.778383]     |
| $\alpha_1$                        | 0.061619        | [0.313532]     |
| $\beta_1$                         | 0.937381        | [0.000000]     |
| <i>Precio Internacional LPE</i>   |                 |                |
| $\alpha_0$                        | 1.73020         | [0.613065]     |
| $\alpha_1$                        | 0.11964         | [0.165956]     |
| $\beta_1$                         | 0.87936         | [0.000870]     |
| <i>Precio Internacional LPD</i>   |                 |                |
| $\alpha_0$                        | 0.98947         | [0.623087]     |
| $\alpha_1$                        | 0.16926         | [0.280334]     |
| $\beta_1$                         | 0.82974         | [0.000797]     |
| <i>Precio Internacional Queso</i> |                 |                |
| $\alpha_0$                        | 0.93694         | [0.554409]     |
| $\alpha_1$                        | 0.14061         | [0.199225]     |
| $\beta_1$                         | 0.85839         | [0.000241]     |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

Al analizar los resultados obtenidos en la tabla 3.2.1, lo primero que podemos observar a nivel general es que los parámetros estimados para cada una de las series cumplen con los requisitos establecidos para los modelos GARCH, el cual es que los coeficientes  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  sean mayores a 0, y que la suma de los coeficientes ( $\alpha_1 + \beta_1$ ) sea menor a 1.

Por otra parte, si analizamos la significancia estadística de cada uno de los coeficientes para cada una de las series estudiadas, tenemos que solo los  $\beta_1$  son estadísticamente significativos, es decir, para este modelo GARCH(1,1), solo los parámetros relacionados con la volatilidad en el periodo anterior tienen un mayor peso en la estimación. En este mismo sentido, al comparar el efecto ARCH con el GARCH ( $\alpha_1$  versus  $\beta_1$  respectivamente), podemos observar que es mayor este último (GARCH), el cual está

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

relacionado a la varianza en el periodo anterior, lo que se traduce en un efecto más persistente en el tiempo, es decir una alta volatilidad en el largo plazo.

Dado que uno de los requisitos para trabajar con los modelos GARCH es que los datos serán estacionarios, los precios utilizados no cumplen con este requisito (dadas las pruebas de estacionariedad Dickey-Fuller Aumentada, Phillips-Perron y KPSS utilizadas en el principio de este tercer capítulo), lo cual llevaría a que los resultados no fueran los esperados (estadísticamente significativos). Por este mismo motivo, es que se procede a diferenciar la serie por su primera diferencia, la cual, si cumple con el requisito de ser una serie estacionaria, aplicando nuevamente el modelo GARCH(1,1), obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 3.5.2.

**Tabla 3.5.2:** Resultados modelo GARCH(1,1) serie diferenciada

|                                   | <i>Estimate</i> | <i>p-value</i> |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| <i>Precio pagado a productor</i>  |                 |                |
| $\alpha_0$                        | 0.000002        | [0.929319]     |
| $\alpha_1$                        | 0.046997        | [0.731642]     |
| $\beta_1$                         | 0.952003        | [0.000000]     |
| <i>Precio Internacional LPE</i>   |                 |                |
| $\alpha_0$                        | 0.000002        | [0.929319]     |
| $\alpha_1$                        | 0.046997        | [0.731642]     |
| $\beta_1$                         | 0.952003        | [0.000000]     |
| <i>Precio Internacional LPD</i>   |                 |                |
| $\alpha_0$                        | 0.879753        | [0.328485]     |
| $\alpha_1$                        | 0.133246        | [0.023949]     |
| $\beta_1$                         | 0.865754        | [0.000000]     |
| <i>Precio Internacional Queso</i> |                 |                |
| $\alpha_0$                        | 0.87178         | [0.561931]     |
| $\alpha_1$                        | 0.26644         | [0.099380]     |
| $\beta_1$                         | 0.73256         | [0.002798]     |

Fuente: elaboración propia a base de los resultados obtenidos mediante el programa R.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

A nivel general, al trabajar con series diferenciadas mejora considerablemente los resultados para dos series de tiempo, específicamente el modelo relacionado al Precio Internacional LPD dado que tanto  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  son estadísticamente significativo al 5%, y para el Precio Internacional Queso, en donde  $\alpha_1$  es estadísticamente significativo al 10% y  $\beta_1$  al 5%.

Si analizamos el efecto ARCH y el efecto GARCH para las series del Precio Internacional LPD y para el Precio Internacional Queso, para ambas el efecto GARCH ( $\beta_1$ ) es mayor, lo que indica que la varianza en el periodo anterior es más relevante en el modelo, lo que se traduce en un efecto más persistente en el tiempo, es decir una alta volatilidad en el largo plazo.

Para el caso de los GARCH(1,1) aplicados al Precio Pagado a Productor y al Precio Internacional LPE, solo el coeficiente asociado al efecto GARCH es significativo, por lo cual, se debería buscar un modelo que se ajuste de mejor forma a los datos, con el fin de obtener un modelo estadísticamente significativo.

Por otra parte, un análisis interesante es estudiar la diferencia en los coeficientes estimados, considerando periodos antes y después de un cambio estructural mostrado en el test de Zivot-Andrews, sobre todo en el caso de estudiar precios de commodities agrícolas. En esta investigación no fue posible abordar este fenómeno, debido a la limitante de datos (se necesita una cantidad mínima de 100 observaciones), lo que no se cumple en este caso.

## **CONCLUSIONES**

- La producción mundial de leche ha tenido un fuerte incremento durante el último siglo, sumándose nuevos actores a este mercado, en donde los diferentes derivados de la leche (productos lácteos) como la leche en polvo entera, leche descremada en polvo y el queso, la podemos dividir en dos grupos de países, por una parte, aquellos que son industrializados (Estados Unidos y los pertenecientes a la Unión Europea), y aquellos de bajos costos productivos como Nueva Zelanda, Australia y Argentina.
- Los principales países productores de los diferentes productos lácteos, corresponde con los principales países que intercambian sus excedentes en el mercado mundial, como son los casos de Argentina, Australia, Nueva Zelanda, la Unión Europa y Estados Unidos. Cabe destacar, que Chile compra productos lácteos principalmente a Nueva Zelanda, Argentina y Estados Unidos.
- La cadena industrial del sector lácteo chileno presenta un claro “cuello de botella” en los eslabones intermedios (procesadoras y mayoristas), dado que estos son escasos y presentan un elevado poder de mercado, lo que queda demostrado en el oligopsonio que representan las procesadoras de leche, ya que en la legislación estadounidense un índice Herfindahl superior a 1000 implica un nivel de concentración preocupante, siendo mayor a 1800 en Chile. Por lo mismo, sería importante realizar una investigación para visualizar como se traspasa el precio dentro de la cadena hacia los consumidores finales, por medio de un análisis de cointegración vertical (u otro método), pero los escasos datos impiden por el momento realizar este tipo de análisis (en la actualidad no existe una base de datos pública como ODEPA, que capture los precios de lácteos a consumidor, los cuales sólo están disponible hasta el año 2008).
- El fuerte incremento de los precios agrícolas cercano al año 2007, no afectó considerablemente a la composición de las series de tiempo, principalmente a su estacionariedad (requisito importante que las series sean integradas del mismo orden para el estudio de cointegración), resultados validados por el test de cambio estructural Zivot-Andrews, en donde solo para el caso del Precio Internacional del Queso Cheddar, podría ser significativo al 5%.
- Las series de tiempo analizadas están cointegradas, es decir las diferentes series de precio internacional influyen en el precio pagado a productor local, lo que

## EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

implica que estas series de precios presentan una relación de equilibrio en el largo plazo.

- En relación a los modelos estimados, en el modelo 1 que relaciona el precio pagado a productor con el precio internacional LPE, estas series están cointegradas de forma asimétrica de acuerdo al mejor modelo estimado (MTAR Consistente), en donde los shocks bajo el umbral se ajustan más rápidamente, concretamente en un 29,6% mensual, mientras que los shocks positivos solo se ajustan en un 7,9% mensual. Adicionalmente, en las pruebas realizadas por medio del MCE, podemos observar que tanto el precio internacional como el mismo precio pagado a productor Granger-causea al precio pagado a productor chileno, y tal como se espera, Chile al ser un mercado pequeño, los cambios en el precio a nivel nacional, no afecta (Granger-causea) al precio internacional. Asimismo, los shocks negativos se ajustan más rápidamente que los shocks positivos en el corto plazo.
- En relación al modelo 2 que relaciona el precio pagado a productor con el precio internacional LPD, los resultados de las pruebas aplicadas indican que existe cointegración (con valores al límite en algunas pruebas) y que la transmisión de precios sería simétrica.
- En relación al modelo 3 que relaciona el precio pagado a productor con el precio internacional del queso cheddar, nuevamente los resultados de las pruebas indican que las series están cointegradas, y que esta relación sería asimétrica, resultados que coinciden con los arrojados por el primer modelo ya que nuevamente los ajustes de las variaciones bajo el umbral serían más rápidos (concretamente en un 36,3% mensual), en comparación a las desviaciones negativas (10,8% mensual). En relación a las pruebas de Granger-causalidad los resultados pueden ser un poco sorpresivo, dado que los resultados indicarían que ambas series se Granger-causan entre ellos, aunque estos resultados claramente deben ser tomados con calma y analizados en más profundidad, siendo el análisis llevado con la razón y la literatura, en donde Chile al ser un mercado pequeño no tiene la capacidad de influir en el precio internacional del queso.
- En definitiva, de los resultados obtenidos con los modelos, y teniendo en cuenta los principales productos lácteos importados por Chile, podemos afirmar que la transmisión de precios no es perfecta (una transmisión es simétrica y las otras dos son asimétricas), y, por ende, las afirmaciones realizadas por los productores

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

lecheros coinciden con los resultados en cuanto que las variaciones negativas en el precio internacional se traspasan más rápidamente a los productores nacionales.

- En cuanto a la aproximación de economía agrícola utilizada con las series, a través de la aplicación de un modelo de volatilidad GARCH(1,1), podemos concluir que se obtuvieron mejores resultados al aplicarlo a las variaciones de los precios, sobre todo para el caso de la serie del precio internacional LPD, y para la serie del precio internacional del queso cheddar, siendo tanto el efecto ARCH y GARCH significativo. Aun así, se recomienda buscar y aplicar una metodología que permita comparar si existe diferencia en los coeficientes estimados, antes y después del posible cambio estructural encontrado con el test de Zivot-Andrews, puesto que, no se pudo aplicar en la presente investigación por la limitante de poseer un mínimo de 100 observaciones antes y después del posible quiebre.



**BIBLIOGRAFÍA**

- ABC. (2016). Los precios de los alimentos cayeron en 2015 por cuarto año consecutivo. *Abc.es*. Retrieved from [http://www.abc.es/economia/abci-precios-alimentos-cayeron-2015-cuarto-consecutivo-201601071359\\_noticia.html](http://www.abc.es/economia/abci-precios-alimentos-cayeron-2015-cuarto-consecutivo-201601071359_noticia.html)
- Bahamonde Medina, F. (2011). Chile y el mercado mundial de productos lácteos: mirando hacia el año 2020. *Boletín Veterinario Oficial*, 1–6. Retrieved from [http://www2.sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/BVO\\_14\\_II\\_semestre\\_2011/PDF\\_articulos/mercado\\_productos\\_lacteos.pdf](http://www2.sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/BVO_14_II_semestre_2011/PDF_articulos/mercado_productos_lacteos.pdf)
- Canal 13. (2014). Productores de leche del sur reclaman por bajos precios del bono de invierno. Retrieved from <http://www.t13.cl/videos/actualidad/productores-de-leche-del-sur-reclaman-por-bajos-precios-del-bono-de-invierno>
- Carlton, D. W. (1979). Vertical Integration in Competitive Markets Under Uncertainty. *The Journal of Industrial Economics*, 27(3), 189. <http://doi.org/10.2307/2098317>
- Chan, K. S. (1993). Consistency and Limiting Distribution of the Least Squares Estimator of a Threshold Autoregressive Model. *The Annals of Statistics*, 21(1), 520–533. <http://doi.org/10.1214/aos/1176349040>
- Concha M., M. (2011). Colun desplaza a Soprole como mayor empresa receptora de leche líquida. *Economía Y Negocios*. Retrieved from <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=86914>
- Correa Secall, M.-L. (2012). Análisis espacial de precios agrícolas. Caso de estudio para Mozambique.
- Diario Financiero. (2012). Colun nuevamente superó a Soprole en recepción de leche. *Diario El Ranco*. Retrieved from <http://www.diarioelranco.cl/?p=80217>
- Dutoit, L., Hernández, K., & Urrutia, C. (2010). Transmisión de precios en los mercados del maíz y arroz en América Latina, (January), 91.
- elEconomistaAmérica.com | Chile. (2015). Soprole confirma baja en el precio de la leche por crisis mundial. Retrieved from <http://www.eleconomistaamerica.cl/empresas-eAm-chile/noticias/6893710/07/15/Soprole-confirma-baja-en-el-precio-de-la-leche-por-crisis-mundial.html>
- Emol. (2013). Productores se manifiestan contra decisión de Nestlé de bajar el precio de

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

- compra de la leche. Retrieved from  
<http://www.emol.com/noticias/economia/2013/09/26/621632/productores-se-manifiestan-contra-decision-de-nestle-de-bajar-el-precio-de-compra-de-la-leche.html>
- Enders, W., & Siklos, P. L. (2001). Cointegration and Threshold Adjustment. *Journal of Business & Economic Statistics*, 19(2), 166–176.  
<http://doi.org/10.1198/073500101316970395>
- Engler, A., & Nahuelhual, L. (2008). Implications of the Structural Change in Dairy Products Trade on Milk Price Paid to Producers in Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*. scielocl.
- Engler P., A., & Nahuelhual M., L. (2003). INFLUENCIA DEL MERCADO INTERNACIONAL DE LÁCTEOS SOBRE EL PRECIO NACIONAL DE LA LECHE: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN. *Agricultura Técnica*. scielocl.
- FEDELECHE F.G. (n.d.). La Federación. Retrieved from  
<http://www.fedeleche.cl/site/index.php/fedeleche/la-federacion>
- FEDELECHE F.G. (2013a). *El contundente y masivo rechazo de los productores frente actuar de la industria láctea*. *Infoleche N° 36*. Retrieved from  
[https://dl.dropboxusercontent.com/u/275278360/infoleche/infoleche\\_n036.pdf](https://dl.dropboxusercontent.com/u/275278360/infoleche/infoleche_n036.pdf)
- FEDELECHE F.G. (2013b). *INFORME LÁCTEO CHILE AÑO 2013*. Retrieved from  
[https://dl.dropboxusercontent.com/u/275278360/estd\\_historico/informeLacteoChile2013.pdf](https://dl.dropboxusercontent.com/u/275278360/estd_historico/informeLacteoChile2013.pdf)
- FEDELECHE F.G. (2013c). *INFORME LÁCTEO CHILE AÑOS 2003-2013*. Retrieved from  
[https://dl.dropboxusercontent.com/u/275278360/estd\\_historico/InformeLacteoChile2003-2013.pdf](https://dl.dropboxusercontent.com/u/275278360/estd_historico/InformeLacteoChile2003-2013.pdf)
- FEDELECHE F.G. (2014). *INFORME LÁCTEO CHILE AÑO 2014*.
- Ferrando C., K. (2012). La industria láctea se reordena y espera un favorable 2012. *Sección Negocios Diario La Tercera*. Retrieved from  
<http://diario.latercera.com/2012/01/15/01/contenido/negocios/27-97283-9-la-industria-lactea-se-reordena-y-espera-un-favorable-2012.shtml>
- FONTERRA. (n.d.). Our Companies. Retrieved from  
<http://www.fonterra.com/global/en/About/Our+Companies>

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría*. McGraw-Hill. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Econometria#6>
- Gutiérrez Salcedo, M. (2012). *LA TRANSMISIÓN DE PRECIOS EN LA CADENA AGROALIMENTARIA: EL MERCADO ESPAÑOL DE LOS ACEITES DE OLIVA*.
- LaDiscusión.cl. (2014). Productores lecheros. *Diario La Discusión*. Retrieved from <http://www.ladiscusion.cl/web50/index.php/opinion/opinion1561100476/editorial1376308275/38325-productores-lecheros>
- McCorrison, S., Morgan, C. W., Rayner, a J., & Rayner, J. A. (2001). Price Transmission: the Interaction between Market Power and Returns to Scale. *European Review of Agricultural Economics*, 28(2 SRC - GoogleScholar FG - 0), 143–159. <http://doi.org/10.1093/erae/28.2.143>
- Montero Granados, R. (2013a). *Test de causalidad. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España*.
- Montero Granados, R. (2013b). *Variables no estacionarias y cointegración. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España*.
- Montes, J. L. (2011). Productores de Ñuble apuntan a una eventual colusión en la leche y el trigo. *Diario La Discusión*. Retrieved from <http://www.ladiscusion.cl/web50/index.php/economia/243-archivos/5461-productores-de-nuble-apuntan-a-una-eventual-colusion-en-la-leche-y-el-trigo>
- N. Díaz, Melo, O., & Modrego, F. (2007). Dinámica de transmisión de precios y cambio estructural en el sector lácteo chileno, 12–23.
- Nahuelhual M., L., & Engler P., A. (2004). Efecto del precio internacional sobre el precio de la leche pagado a productor: transitorio o permanente? *Agricultura Técnica*. scielocl.
- Nazlioglu, S., Erdem, C., & Soytaş, U. (2013). Volatility spillover between oil and agricultural commodity markets. *Energy Economics*, 36, 658–665. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.11.009>
- Nestlé. (n.d.). Nestlé en Chile. Retrieved from <http://www.nestle.cl/aboutus>
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. (n.d.-a). Precios internacionales de lácteos.

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

Retrieved from <http://www.odepa.cl/precios-internacionales-de-lacteos/>

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. (n.d.-b). Serie de Tiempo: Precios a productor de Leche total país productor \$/litro. Retrieved from <http://www.odepa.cl/precios/series-de-tiempo/>

Olivares G, M. E. (2011). Asesoría sobre el Sector Lechero.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (n.d.-a). Leche y productos lácteos. Retrieved from <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/leche-y-productos-lacteos/es/#.VCOVpRaxj0z>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (n.d.-b). Producción lechera. Retrieved from <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/es/#.VpMGrImkHo3>

Peltzman, S. (2000). Prices Rise Faster than They Fall. *Journal of Political Economy*, 108(3), 466. <http://doi.org/10.1086/262126>

Pfaff, B. (2008). *Analysis of Integrated and Cointegrated Time Series with R*.

Reyes, C. (2016). Año negro para sector lácteo: En la provincia del Bío Bío cerraron 16 lecherías. *Biobiochile.cl*. Retrieved from <http://www.biobiochile.cl/2016/01/11/anno-negro-para-sector-lacteo-en-la-provincia-del-bio-bio-cerraron-16-lecherias.shtml>

Rossini, G., & Depetris Guiguet, E. (2008). Transmision vertical de precios en el sector de la carne vacuna en Argentina. (Price Transmission in Argentina's Beef Sector. With English summary.). *Revista de Analisis Economico*, 23(2), 3–19. Retrieved from [http://search.proquest.com/docview/814968804?accountid=13042&url\\_ver=Z39.88-2004&rft\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ:econlitshell&atitle=Transmision+vertical+de+precios+en+](http://search.proquest.com/docview/814968804?accountid=13042&url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ:econlitshell&atitle=Transmision+vertical+de+precios+en+)

San Juan, P. (2014). Fedeleche presenta demanda ante el TDLC contra Soprole, Nestlé y Watt's. *Negocios La Tercera*. Retrieved from <http://www.latercera.com/noticia/negocios/2014/08/655-593220-9-fedeleche-presenta-demanda-ante-el-tdlc-contrasoprole-nestle-y-watts.shtml>

Secretaría de Economía. (2012). *Análisis del Sector Lácteo en México*. Retrieved from [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informaci](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informaci)

EFFECTOS DEL PRECIO INTERNACIONAL DE LA LECHE SOBRE EL PRECIO PAGADO A PRODUCTOR CHILENO: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN Y VOLATILIDAD

onSectorial/analisis\_sector\_lacteo.pdf

Sun, C. (2011). Price dynamics in the import wooden bed market of the United States. *Forest Policy and Economics*, 13(6), 479–487.

<http://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.05.009>

Sun, C. (2015). Package “ apt .”

Tamayo Medina, R., & Rodríguez Pinzón, H. Y. (2010). Una revisión de los modelos de volatilidad estocástica. *Comunicaciones En Estadística*, 3(1).

Toro Agurto, I. (2014). Leche cortada: El trasfondo de la molestia de los productores lecheros con Soprole. *The Clinic Online*. Retrieved from <http://www.theclinic.cl/2014/09/01/leche-cortada-el-trasfondo-de-la-molestia-de-los-productores-lecheros-con-soprole/>

United States Department of Agriculture. (2015). *Dairy: World Markets and Trade*.

Valor Futuro. (2011). Soprole y Nestlé finalmente descartan fusión “por no estar dadas las condiciones.” *Emol.com*. Retrieved from

<http://www.emol.com/noticias/economia/2011/04/05/474319/soprole-y-nestle-finalmente-descartan-fusion-por-no-estar-dadas-las-condiciones.html>

Vavra, P., Goodwin, B. K., & C, J. E. L. C. (2005). Analysis of Price Transmission Along the Food Chain. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers*, (3), 58.

<http://doi.org/10.1787/752335872456>

Vial, B., & Zurita, F. (2011). *MICROECONOMÍA*.

Villa, F., Velásquez, J. D., & Sánchez, P. A. (2011). ¿Cómo Implementar un Modelo de Volatilidad usando Lenguaje R?, 3(6), 38–45.

Watt's. (n.d.). Inversionistas. Retrieved from

[http://www.watts.cl/opensite\\_det\\_20090407160139.aspx](http://www.watts.cl/opensite_det_20090407160139.aspx)