



ESCUELA DE NEGOCIOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Escuela de Negocios Departamento de Ingeniería Comercial

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

MODELAMIENTO ECONÓMETRICO PARA LA PREDICCIÓN DEL PRECIO DEL SALMÓN

Tesina de Grado presentada por

Augusto Daniel Sotomayor Almonacid

Como requisito para optar al grado de

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Guía de Tesina Dr. César Pino

Junio 2019

TITULO DE TESINA: **“MODELAMIENTO ECONOMÉTRICO PARA
LA PREDICCIÓN DEL PRECIO DEL SALMÓN”**

AUTOR: **Augusto Daniel Sotomayor Almonacid**

TRABAJO DE TESINA, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA, Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

OBSERVACIONES:

COMISIÓN DE TESINA: Dr. César Pino.
 Dr. Hugo Osorio.
 Mg. Réne Romo.

Concepción, junio 2019



ESCUELA DE NEGOCIOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA



Todo el contenido, análisis, conclusiones y opiniones vertidas en este estudio son de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: Augusto Daniel Sotomayor Almonacid.

Fecha: 28 de junio del 2019

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación analiza y caracteriza diversas variables en series de tiempo, con las cuales se desarrolla un modelo econométrico que valida el comportamiento del precio del salmón chileno FOB Miami (variable dependiente). El método elegido es Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) mediante una regresión lineal múltiple modelada en el software Stata. Los resultados obtenidos, demuestran que algunas de las variables analizadas estadísticamente no son significativas para predecir la variable dependiente o simplemente no cumplen los test estadísticos, por lo que son descartadas del modelo.

Como todas las cualidades relevantes de la variable dependiente no son observables, los errores individuales están correlacionados con las observaciones, lo que genera que los MCO sean inconsistentes. En otras palabras, como no se disponen de todas las variables de influencia entonces los residuos no son independientes de las observaciones por lo que MCO estará sesgado. Para solucionar esta problemática se propone un modelo alternativo a la regresión mediante el anidamiento de los datos, eligiendo el método de efectos fijos. Estos efectos fijos se utilizan para incorporar al modelo la estacionalidad del precio.

La investigación consta de una etapa de recolección, preparación y análisis de información de la industria salmonera nacional e internacional, la que es detallada en el estado del arte y en el marco teórico. Posteriormente, se caracteriza y se desarrolla el modelo econométrico con sus respectivas variables, elementos y supuestos, para terminar con la validación estadística del modelo y entregar un modelo econométrico mejorado estadísticamente.

Se concluye que para futuras investigaciones se deberán analizar los eventos dentro de la serie de tiempo que pudieran estar afectando los resultados obtenidos.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	7
II.	ORIGEN Y PROPÓSITO	9
III.	OBJETIVOS.....	10
1.	Objetivo General.....	10
2.	Objetivos Específicos	10
IV.	ALCANCE	11
V.	METODOLOGIA DE TRABAJO.....	12
VI.	ESTADO DEL ARTE	14
1.	Antecedentes del estado del arte	14
VII.	MARCO TEÓRICO	16
1.	Introducción a la industria Salmonera	16
1.1	El Salmón.....	16
1.2	Ciclo de producción del Salmón	17
1.3	Posicionamiento de salmón del Atlántico en el mercado de las proteínas.....	18
1.4	Ubicación.....	19
2.	Análisis de la industria Salmonera.....	21
2.1	Factores que influyen en el precio	21
2.2	Producción mundial	21
2.3	Demanda del salmón.....	23
2.4	La industria mundial.....	24
2.5	Proyecciones de la industria.....	26
2.6	Tendencia de la industria.....	26
3.	Análisis de la industria chilena	27
3.1	Participantes del mercado chileno	27
3.2	Precio del Salmón chileno	28
3.3	Producción Salmón chileno	30
3.4	Acontecimiento importante en la industria salmonera chilena.	32
VIII.	DESARROLLO DEL MODELO ECONOMETRICO	34
1.	Modelo Econométrico	34

1.1	Supuestos del modelo de regresión lineal	35
1.2	Modelo Econométrico propuesto.....	36
1.3	Elementos de la ecuación	37
1.4	Determinación de las fuentes de base de datos	37
1.5	Definición de las variables explicativas propuestas	39
1.6	Efectos Fijos propuestos	42
2.	Pruebas y test estadísticos	43
2.1	test estadísticos.	43
2.2	Gráficos Scatter – linealidad	45
2.3	Gráficos de distribución normal – Normalidad	47
2.4	Homocedasticidad	49
2.5	Regresiones independientes.....	51
3.	Resultados del modelo propuesto.....	54
4.	Mejoras al modelo propuesto	55
5.	Resultados estadísticos del modelo mejorado.....	57
6.	Modelo Econométrico Mejorado	58
IX.	CONCLUSIONES.....	60
	BIBLIOGRAFIA	61
	ANEXOS	64
	Anexo 1	64
	Anexo 2	65
	Anexo 3	66

I. INTRODUCCIÓN

Generalmente en el ámbito económico los fenómenos no son explicados por únicas variables (Espitia, 2010), sino más bien por distintas variables y actores. Es por ello, que la economía apela a la modelización de los acontecimientos, y es aquí donde surgen los modelos de regresión.

Esta investigación es de tipo correlacional y pretende entregar un modelo econométrico para la proyección del precio del salmón, mediante una regresión lineal con múltiples variables (Sarmiento, 2008) mediante el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), bajo el supuesto de que existe una relación lineal entre las variables independientes y la dependiente en una primera instancia. Para la regresión se utilizan datos en series temporales mixtas (Wooldridge, 2009), a partir del año 2006 hasta octubre 2018.

Como menciona (Mardones, Muñoz, Vega, De los Rios, Salas, 2016), algunas de las principales variables con mayor coeficiente de correlación con el precio del Salmon, son el precio de la harina de pescado, la actividad económica regional de tres regiones del país, entre otras. Adicional a estas variables, existen otras muy relevantes al momento de predecir el precio del salmón chileno en EEUU, como lo son la producción, precio y tipo de cambio de Canadá y Noruega (Hermosilla, 2016).

El modelo que se propone contempla una sola variable dependiente y quince variables independientes o explicativas, junto con incorporación de un modelo de regresión de datos anidados¹ como lo son los efectos fijos. Estos efectos fijos ayudan a incorporar al modelo la estacionalidad mensual y estacionalidad anual del precio (Wooldridge, 2009). Este modelo será corrido en el software estadístico Stata, para el cual se utilizan distintos libros y papers aplicados.

En términos generales la investigación incluye una introducción a la industria salmonera, donde se define: el Ciclo productivo del Salmón; el posicionamiento del

¹ Dentro de los modelos de regresión de datos anidados el de Efectos Fijos es el más elemental y el más consistente (Montero Granados, 2011)

Salmón atlántico dentro del mercado de las proteínas; la georreferencia de las ubicaciones óptimas para las instalaciones de los centros de cultivo; un análisis de la industria salmonera nacional e internacional; los factores que intervienen en el precio del salmón; la producción mundial con sus principales productores y mercados; las variables que intervienen en la demanda; acontecimientos históricos del mercado nacional.

En una segunda etapa, se desarrolla la validación del modelo econométrico, mediante el uso y análisis diversas pruebas estadísticas, que miden en primera instancia que se cumplan algunos supuestos de MCO como lo es la normalidad, linealidad, que las variables sean independientes, con varianzas iguales, y que exista ausencia de colinealidad. En paralelo se van descartando algunas variables que poseen nivel de significancia por sobre los 0,05 en función de la variable dependiente, en conjunto con los criterios anteriormente mencionados. Finalmente, se definen los coeficientes betas de las variables que posean un nivel de significancia elevado en función de la variable dependiente y lograr así un modelo econométrico validado.

II. ORIGEN Y PROPÓSITO

Actualmente, la industria salmonera juega un rol muy importante dentro del desarrollo económico del país y el Producto Interno bruto (Arce Jesam, Lizana Valdés, Tagle Zañartu, 2016), puesto que el salmón y la trucha son los segundos productos más exportado después del Cobre en Chile (SalmonChile, 2017)

Hoy en día, dentro de la industria salmonera existe una gran incertidumbre sobre los acontecimientos futuros. El precio del salmón es uno de los factores determinantes en la industria, ya que es afectado por diversas variables como lo son las altas temperaturas que se alcanzan en algunas zonas, lo que ocasiona que florezcan algas nocivas que afectan el nivel de oxígeno del agua, provocando altos niveles de mortalidad.

Como el salmón es un producto que se comercializa tanto en el formato fresco como en el formato congelado, toda la producción para el formato fresco tiene que ser vendido o consumido en el mismo período. A corto plazo, la cantidad de producción es difícil y costoso de ajustar, pensando que el ciclo de producción del salmón es de tres años (desde que es ova, pasando por alevín, y después engorda en el mar y finalmente la cosecha). Esto quiere decir, que independientemente que la demanda por salmón aumente, esta no podrá satisfacerse en el corto plazo, puesto que la planificación de la producción dura alrededor de tres años. Esto genera que la oferta sea muy inelástica en el corto plazo, al no poder cubrirse la demanda rápidamente. Por otro lado, la demanda cambia según a temporada, y es por ello, que los precios del Salmón son volátiles (Oglend, 2013), lo que pasa a ser un factor de riesgo para los productores.

Es por esto, que en esta investigación propone un modelamiento econométrico que pueda proyectar en el corto plazo el precio del salmón chileno en EEUU, en función del coeficiente de regresión de la variable independiente sobre la variable dependiente. En otras palabras, se mide la significancia que posee una lista de variables elegidas por medio de investigaciones anteriores y otras elegidas a priori, para validar su significancia dentro del precio final.

III. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Diseñar un modelo econométrico que permita analizar el comportamiento del precio del salmón atlántico chileno FOB Miami.

2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la industria salmonera a nivel nacional e internacional.
- Definir y validar el grado de significancia de las variables independientes en la variable dependiente.
- Modelar diversos modelos econométricos hasta encontrar un modelo significativamente correcto.

IV. ALCANCE

El estudio se enmarca en la compleja y competitiva industria salmonera, y cómo industria está inmersa en una constante variación de los precios del salmón y la estacionalidad de la demanda. El precio es un factor determinante al momento de proyectar futuras inversiones y un aumento de producción a nivel nacional.

La investigación está contextualizada al cálculo del precio del Salmón chileno en EEUU, con variables tanto nacionales (Mardones, et al., 2016) como variables internacionales (Hermosilla, 2016).

V. METODOLOGIA DE TRABAJO

La metodología que se emplea en este estudio esta descrita por (Karmasin & Ribing, 2017). Este estudio consta de tres etapas que se explican a continuación:

Etapas 1. Caracterización de la industria del salmón.

- En una primera etapa, se realiza una introducción a la industria salmonera, detallando: el Ciclo productivo del Salmón; una descripción del Salmón atlántico en el mercado de las proteínas; georreferencias de las ubicaciones óptimas para las instalaciones de los centros de cultivo en el mundo.
- Luego se analiza la industria salmonera, aquí se entrega información de los factores que intervienen en el precio; se analiza la producción mundial donde se entrega información de los principales productores mundiales y cuáles son sus mercados objetivos.
- Se entregan las variables que intervienen en la demanda; se realiza un análisis de la industria mundial de la salmonicultura en la actualidad; se entregan las proyecciones y las tendencias de la industria.
- Finalmente, se realiza un análisis a la industria nacional en función de su precio; de su producción y sobre los acontecimientos más importantes en la industria salmonicultura chilena.
- Para esta primera etapa se utilizan estadísticas descriptivas (gráficos) de: evolución de los precios tanto de Chile como de los principales productores a nivel mundial; exportaciones al mercado de EEUU; producción en función del precio; comparación de los precios del Salmón chileno en EEUU de los últimos años, entre otros.

Etapas 2. Definición del modelo econométrico a validar.

- Se define el modelo econométrico a validar. En esta fase se explicará la metodología a utilizar para el modelo, se entregan las variables independientes que se validan mediante pruebas estadísticas.

- Se verificará que se cumplan los supuestos del método propuesto mediante el software STATA.
- Se utilizan diversos métodos para eliminar errores estadísticos en la regresión.
- Se depura el modelo econométrico mediante la modelación de diversos modelos econométricos hasta encontrar el más significativo.

Etapas 3: Se define el modelo Econométrico final y se interpretan los resultados más relevantes y significativos del estudio. Finalmente se entregan las recomendaciones para la proyección del precio del salmón.

VI. ESTADO DEL ARTE

Se realiza una búsqueda y recopilación en diversas bases académicas, en la literatura y bases de datos, también se busca y recopila información en investigaciones anteriores ligadas al estudio actual como lo son papers, informes de congresos y conferencias, libros y tesis. Adicionalmente, se han descargado bases de datos históricas de diversas variables que se analizan más adelante.

1. Antecedentes del estado del arte

Hoy en día existe un gran interés en la industria salmonera por saber cómo fluctuará el mercado y que repercusiones trae consigo estos cambios, para así poder interpretar si las condiciones van a mejorar o empeorar en los próximos meses.

En este contexto, los principales actores de la industria nacional siguen la tendencia de análisis de información. Ya no basta con proyectar oferta, demanda y el precio con simples cálculos. Sino más bien, se debe hacer un análisis más profundo a los datos, basados en estadísticas, donde se incluya data histórica, e investigaciones, para así poder predecir de mejor forma cómo se comportará la industria.

En este contexto del análisis de los datos, se han realizados en Chile algunas investigaciones y estudios de modelos de predicción de precio, mediante métodos econométricos. (Hermosilla, 2016; Mardones, et al., 2016)

Con respecto al análisis de la información, existen dos empresas que se destacan por sobre las demás, la empresa privada Noruega Kontali que realiza informes para la industria a nivel mundial y dentro de sus principales informes esta “Production, Supply and Market Development” que es considerado para la industria como el informe oficial de proyecciones de producción a nivel mundial y que es utilizado para el cálculo del precio. Y también está la empresa nacional Aquabench que realiza informes para la industria chilena y que realizan reportes mensuales como el

“Informe Indicadores productivos Industria del Salmón” e informes personalizados para las salmoneras. Dentro del análisis de datos de la industria, se encuentra Globefish, organización que forma parte de Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) y que es una fiable fuente de noticias sobre comercio pesquero internacional y mercado.

Dentro de las bases de datos, Infotrade proporciona estadísticas históricas según especie, mercado, producto, presentación y exportador. Y Urner Barry empresa que entrega los precios de mercado de la industria alimentaria de EEUU, entrega un indicador que es considerado el precio oficial para las empresas salmoneras para exportar a EEUU. Dentro los principales mercados del salmón chileno se encuentra EEUU en primer lugar con una participación del 34,6% de las exportaciones totales de Salmon, seguido por Brasil con un 12,5% de participación en el año 2017.

Finalmente, las variables del modelo son validadas con algunos estudios académicos y privados, como lo menciona un estudio de la Universidad Católica de Temuco, donde se plantea que una de las variables que más influyen en el precio del Salmón es la harina de pescado principal insumo para la fabricación de las dietas del Salmón, equivalente al 30% de total de insumos (Aqua, 2018), además del indicador INACER (Mardones, et al., 2016). Otros estudios dan cuenta de la importancia que tienen las variables tipo de cambio de Chile, Canadá y Noruega, y del nivel de cosechas de estos mismos, siendo Canadá el competidor directo en el mercado de EEUU (Hermosilla, 2016).

VII. MARCO TEÓRICO

1. Introducción a la industria Salmonera

La acuicultura es la industria alimentaria que más ha crecido y desarrollado en las últimas décadas, y específicamente la producción y consumo del salmón ha incrementado aún más rápido, siendo una de las especies de la acuicultura con más éxito (Asche, 2015). Este éxito se explica por un aumento significativo de la productividad a nivel mundial (Roll, 2013). Este aumento de la productividad se ve reflejado en la evolución que han tenido los centros de cultivo, los cuales en los últimos 10 años han mejorado en temas ambientales, en automatización y en la forma de cómo afrontar las contingencias tanto sanitarias como la de los depredadores, llegando a ser cada vez más sustentables. Pero no solo se ha mejorado en esa parte del ciclo productivo, si no en mejoras en las plantas de procesos, con mayor automatización y mejoras en sus procesos. Otro factor muy importante que ha ayudado a la productividad del rubro es sin duda las nuevas dietas de alimento que cada vez entregan un factor de conversión² mucho mejor.

1.1 El Salmón

El salmón es el nombre común de varias especies de peces de la familia de los salmónidos (por ejemplo, el salmón del Atlántico, salmón del Pacífico), mientras que otras especies de la familia se llaman truchas (por ejemplo, la trucha marrón, trucha de mar) (Marine Harvest, 2018). A pesar de que varias de estas especies están disponibles en fuentes silvestres, la mayoría de la producción mundial es por medio del cultivo, principalmente granjas marinas.

² FCR: indicador de conversión que menciona cuantos kilos de alimento necesita el salmón para crecer un kilo.

En general el salmón es una especie anádromo, que son peces que nacen en agua dulce, migran al océano donde viven gran parte de su vida, y luego vuelven al agua dulce para reproducirse (Marine Harvest, 2018)

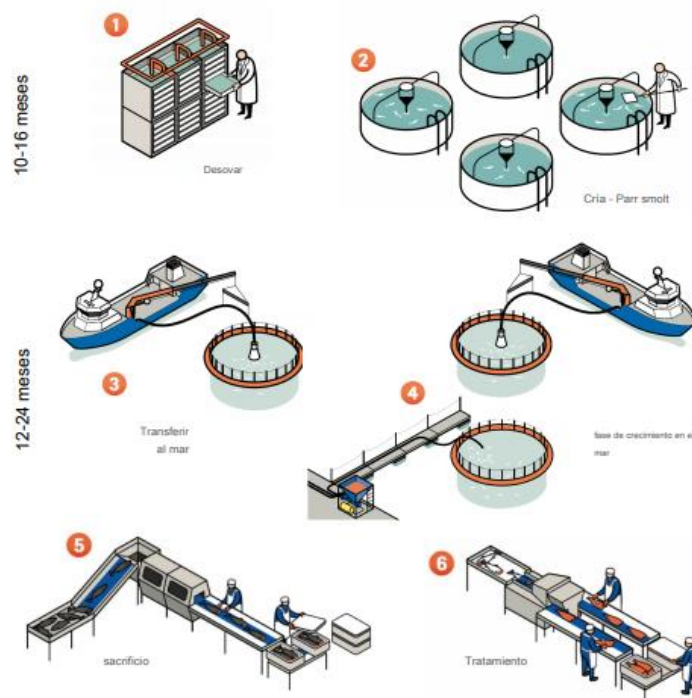
El salmón es considerado saludable debido a su alta calidad de proteínas digeribles fácilmente, su alto contenido de taurina³, su alto contenido de ácidos grasos como Omega-3, además de ser rico en vitaminas D y B12, con un alto contenido de yodo y selenio. FAO destaca que: “pescado es un alimento de excelente valor nutricional, proporcionando proteínas de alta calidad y una amplia variedad de vitaminas y minerales, incluyendo vitaminas A y D, fósforo, magnesio, selenio y yodo en peces marinos” (FAO , 2013)

1.2 Ciclo de producción del Salmón

El ciclo de producción de cultivo de salmón es de aproximadamente tres años. Durante el primer año de producción se realiza la fertilización de los huevos, luego los peces se cultivan a aproximadamente a 100-150 gramos en un ambiente de agua dulce controlado. Posteriormente, el salmón se traslada a las jaulas de agua de mar donde se cultiva a alrededor de 4-5 kg durante un período de 18-24 meses para la especie atlántico. El crecimiento de los peces depende en gran medida de las temperaturas del agua de mar, que varían según la época del año, y según la región. Cuando se alcanza el tamaño cosechable óptimo, el pescado se transporta a las plantas donde es sacrificado y eviscerado, para luego proceder a la venta.

³ La taurina, es importante para muchos procesos corporales como la producción de sales biliares, la regulación de líquidos y la anti oxidación, así como para el desarrollo saludable y el funcionamiento del corazón, el sistema nervioso y la vista.

Figura 1: Ciclo de producción del Salmón.

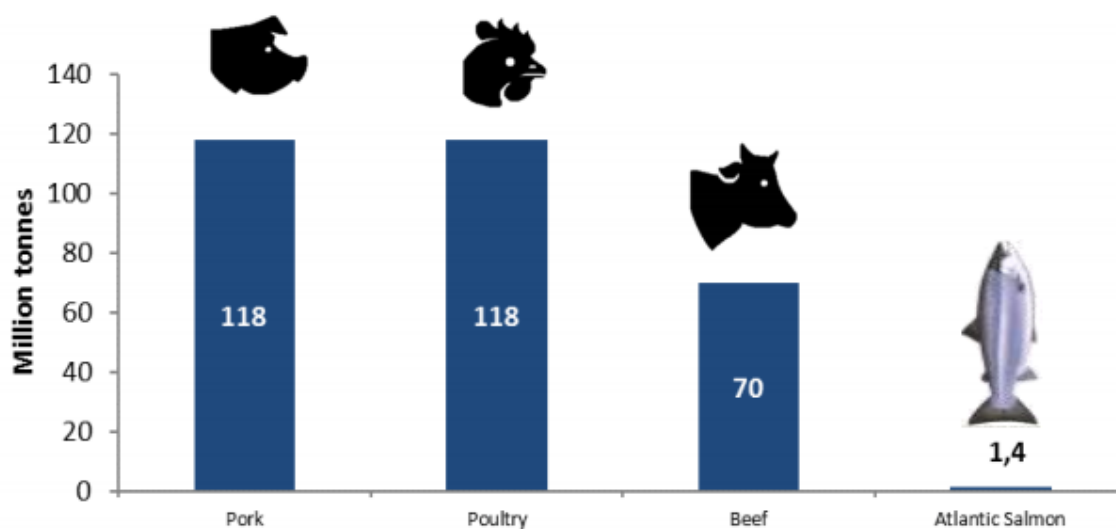


Fuentes: Marine Harvest "Salmon Farming Industry Handbook 2018"

1.3 Posicionamiento de salmón del Atlántico en el mercado de las proteínas.

La mayoría de las proteínas de animales de nuestra dieta provienen de la carne de cerdo, de la carne de ave y de la carne de res, mientras que la producción de salmón representa una pequeña parte de la oferta mundial de proteínas. En 2017, la FAO indica que la producción de carne de cerdo fue de 118 millones de toneladas, 118 millones de toneladas de aves de corral, y 70 millones de toneladas de la carne de vacuno. Mientras que la producción total de salmón del Atlántico cultivado fue de alrededor de dos millones de toneladas (FAO, 2017).

Figura 2: Posicionamiento de Salmón atlántico en el mercado de las proteínas



Fuentes: Marine Harvest "Salmon Farming Industry Handbook 2018"

1.4 Ubicación

Las principales áreas costeras adoptados para el cultivo de salmón se representan en el mapa siguiente. Las costas están dentro de ciertas bandas de latitud en el hemisferio norte y Sur.

Figura 3: Mapa de centros de cultivos a nivel mundial.



Fuentes: Marine Harvest "Salmon Farming Industry Handbook 2018"

La condición clave en la localización es que debe haber un intervalo de temperatura entre por encima de cero y 18-20 C°. El rango de temperatura óptimo para el salmón es de entre 8 y 14 C°. El cultivo de salmón también requiere una cierta corriente para permitir un flujo de agua a través de los centros de cultivo. sin embargo, la corriente debe estar por debajo de un cierto nivel para permitir a los peces moverse libremente alrededor de los sitios. Tales condiciones se encuentran normalmente en aguas protegidas por los archipiélagos y fiordos.

2. Análisis de la industria Salmonera

2.1 Factores que influyen en el precio

Como el salmón es un producto que se comercializa tanto fresco como congelado, toda la producción para el fresco tiene que ser consumido en el mismo período. A corto plazo, el nivel de producción es difícil y costoso para ajustar con el ciclo de planificación y producción de tres años. Por lo tanto, la cantidad suministrada es muy inelástica en el corto plazo (oferta), por otro lado, la demanda cambia según a temporada. Es por ello, que los precios del Salmón son volátiles (Oglend, 2013), lo que pasa a ser un factor de riesgo para los productores.

Algunos factores que afectan a precio de mercado para el salmón del Atlántico son: el suministro (absoluto y variaciones estacionales), la demanda (absoluto y variaciones estacionales), la globalización del mercado (oportunidades de arbitraje entre los mercados regionales) y la presencia de contratos forward ⁴en la industria, lo que afecta la disponibilidad en el mercado.

La literatura ha documentado que el precio se ve afectado por la estacionalidad (Brooks, 2013).

2.2 Producción mundial

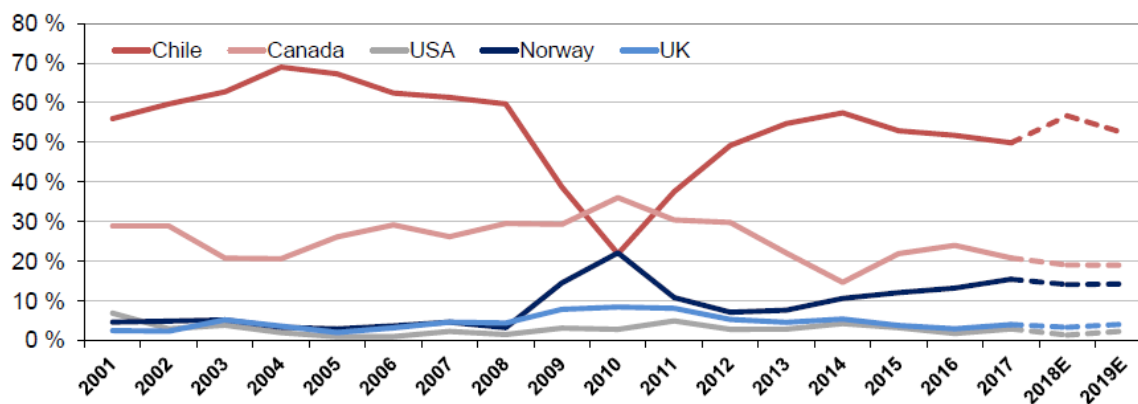
Como se ha comentado los principales protagonistas de la industria salmonicultura a nivel mundial, corresponde a Noruega, Chile, el Reino Unido (escocia) y Canadá (Kontali Analyse, 2018). Para efectos de la investigación, el nivel de producción como el precio de venta del salmón del Reino Unido no es considerado como variable dentro del modelo, puesto que no tiene un impacto significativo en el precio

⁴ Un contrato forward, es un instrumento financiero a largo plazo entre dos partes para comprar o vender un activo a precio fijado y en una fecha determinada.

del Salmón chileno (Hermosilla, 2016), pero sí Canadá, que aunque es una producción mucho menor, es un competidor directo de Chile en EEUU (Gráfico 1).

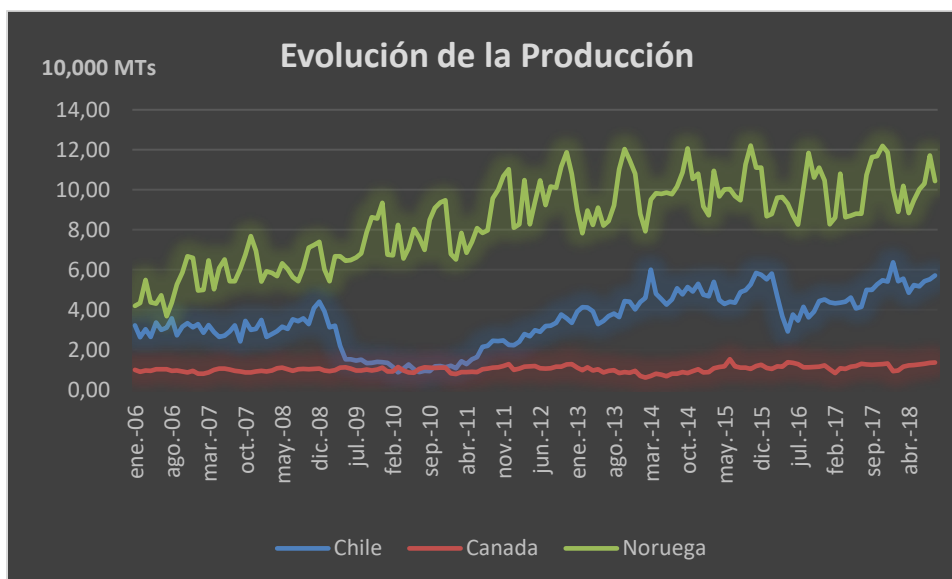
Gráfico 1

Market Shares - USA



Fuente: Kontali Analyse.

Gráfico 2



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 2, se puede apreciar que la producción de Noruega ha ido en aumento desde el año 2006 a la fecha además que posee temporalidad, por lo que su producción varía dependiendo del mes del año. Esto se puede explicar porque Noruega posee un clima muy helado durante ciertos meses del año, que llegan bajo los 0°, lo que hace que esos meses baje su cosecha. Se puede apreciar también, que Canadá ha mantenido su producción desde el 2006 a la fecha casi idéntica, en comparación con Chile que no ha sido constante. Chile tiene una caída importante en sus cosechas entre el año 2008 al 2011, producto del brote del virus ISA, que hizo que se perdiera la producción y la oferta mundial disminuyera en un 20% aproximadamente.

2.3 Demanda del salmón

Tres factores han contribuido al crecimiento de la demanda de salmón chileno y que explican alto crecimiento en el consumo (Rabobank, 2019)

1. Tendencias de los consumidores a una vida más saludable, que favorecen el consumo de salmón.
2. Características únicas de la cadena de venta de salmón en comparación con otras categorías de productos del mar. Que hacen que el producto se pueda encontrar en diversos mercados alrededor del mundo.
3. Estrategias de crecimiento de las empresas salmoneras, a través de la apertura de nuevos mercados meta, en economías desarrolladas y emergentes. Así como el desarrollo de nuevos productos (cortes, calibres, procesos) con valor agregado.

2.4 La industria mundial

La ONU estima que la población mundial crecerá a aproximadamente 9,77 mil millones en 2050 (FAO , 2013). Por lo que la acuicultura juega un papel clave en esta expansión demográfica, porque, aunque el 70% de la superficie de la Tierra está cubierta por el océano, sólo el 5% de las fuentes de proteína para consumo humano se produce allí.

Alrededor del 73% de la producción de salmón del mundo, se cultiva en granjas marinas o centros de cultivos ubicadas en grandes redes en aguas protegidas, tales como fiordos o bahías. Los principales países productores de Salmón según su importancia son Noruega, Chile, Escocia y Canadá.

En 2017, la cosecha mundial de salmónidos fue de, aproximadamente, 2.760.100 toneladas WFE⁵, cifra que incremento en un 6% debido a los mayores volúmenes de salmón Atlántico, que por lejos es la principal especie producida con una participación total de 84% (Kontali Analyse, 2018).

El principal país productor de salmón Atlántico es Noruega, que representa el 52% de las cosechas globales de 2017. Chile, en tanto, incrementó su participación de mercado desde un 23% a un 25% en 2017. El principal mercado del Salmón atlántico para Noruega es la Unión Europea (UE) principalmente Francia y además Rusia, mientras que para Chile el principal mercado del Salmón Atlántico es EEUU en formato filete congelado seguido por Brasil en formato entero fresco, finalmente Canadá su principal mercado es EEUU (Costa Oeste).

Con respecto al suministro de salmón Atlántico a Estados Unidos creció un 4% durante 2017, registrando un volumen total de 440.300 toneladas. Las importaciones chilenas de la especie aumentaron en un 1% durante el año pasado en EEUU, alcanzando las 220.400 toneladas (ver cuadro 1). Por su parte, las importaciones del de la misma especie desde Canadá decrecieron en un 9%, desde

⁵ WFE: Whole Fish Equivalent, es la unidad de medida base de la materia prima correspondiente al peso vivo ayunado y desangrado.

las 100.900 toneladas de 2016 a las 92.100 toneladas de 2017 (Kontali Analyse, 2018).

Cuadro 1

Supply of Atlantic Salmon to the USA Per Producing- / Exporting country In tonnes wfe

	2013	2014		2015		2016		2017		2018E		2019E	
Chile	191 600	214 700	12 %	224 100	4 %	217 300	-3 %	220 400	1 %	272 500	24 %	261 000	-4 %
Canada	77 400	55 000	-29 %	92 900	69 %	100 900	9 %	92 100	-9 %	91 700	0 %	94 700	3 %
USA	10 100	16 200	60 %	13 800	-15 %	7 700	-44 %	13 100	70 %	6 800	-48 %	12 000	76 %
Norway	27 000	39 900	48 %	51 200	28 %	55 700	9 %	68 400	23 %	68 000	-1 %	71 200	5 %
UK	16 100	20 400	27 %	16 300	-20 %	12 700	-22 %	18 000	42 %	16 200	-10 %	20 700	28 %
Faroe Islands	16 400	17 100	4 %	14 700	-14 %	16 900	15 %	14 800	-12 %	12 600	-15 %	13 800	10 %
Others	11 400	10 600	-7 %	10 400	-2 %	8 400	-19 %	15 100	80 %	12 800	-15 %	24 600	92 %
Total	350 000	373 900	7 %	423 400	13 %	419 600	-1 %	441 900	5 %	480 600	9 %	498 000	4 %

Fuente: Kontali Analyse.

La ONU proyecta que, si el consumo per cápita mundial se mantiene constante, esto implica un aumento del 50% en la demanda de proteínas. Es sabido que las producciones de proteínas con base en tierra serán escasos en los próximos años, por lo que es clave la producción de fuentes de proteínas en el mar (FAO, 2017)

Finalmente, Gorjan Nikolik Analista experto del rubro acuícola del Banco Holandés Radobank, comento en la conferencia anual 2018 de la Salmonera Multiexport que entre 2008 y 2017, la industria mundial del salmón creció un 4,9% y estimó que se espera que la tendencia de producción siga siendo al alza, proyectando así un crecimiento de 4,4% entre 2018 y 2028 (Marine Harvest, 2018)

En lo que respecta a la demanda global de salmón Atlántico, Nikolik proyectó que crecerá a un promedio de 5,5% en los próximos años (entre 2018 y 2022).

2.5 Proyecciones de la industria

Durante las últimas décadas, ha habido un aumento considerable en el suministro de pescado per cápita a nivel mundial.

El Banco Mundial desarrolló un análisis de escenarios que proyecta que la acuicultura seguirá cubriendo la brecha entre oferta y demanda. Para el año 2030, el 62% de los peces para el consumo humano será de esta industria acuícola (World Bank, 2013). En 2016, la acuicultura representó más de la mitad de todos los suministros de pescado destinados al consumo humano directo de alimento.

Dada la esperada producción de crecimiento de 13,5% durante 2016-25 (OECD-FAO, 2016) y la proyección de crecimiento de la población del 10,6% en el mismo período, lo más probable es ver un aumento global en el nivel medio de consumo de pescado.

Para el año 2026, se espera que el per cápita de consumo de pescado será de 21,6 kg (frente a 9.9kg en los años 1960 y 20.4kg en 2016). Esto es equivalente a 23 millones de toneladas de suministro de productos del mar adicionales, y que se estima que la industria acuícola producirá (FAO, 2017) (OECD-FAO, 2016).

2.6 Tendencia de la industria

Actualmente, las fusiones y adquisiciones en la industria salmonera es la tendencia. La consolidación de la industria en Noruega, líder global de la industria, lleva la delantera en este ámbito, puesto que pasaron de tener cerca de 70 empresas en 1997 a 23 el año 2017. Chile, en tanto en el mismo período, pasó de poco más de 30 a 12. Escocia, por su parte, pasó de 10 a 4 en los mismos 20 años.

Para el caso de Chile, el año 2018 fue el año de las fusiones, siendo la noticia del último trimestre del 2018, donde se comunica que Agrosuper ofrecía US\$850 millones por comprar la salmonera AquaChile, una de las productoras más grandes

de salmón del mundo. Cabe mencionar que en junio del 2018 Agrosuper, a través de su salmonera Los Fiordos, compro la salmonera los Friosur, mientras que ese mismo mes AquaChile, finalizo la compra de Salmones Magallanes. El resultado de esta fusión ya aprobada por la fiscalía nacional económica es que Agrosuper paso a ser la segunda salmonera más grande del mundo, controlando alrededor del 10% de la producción mundial.

3. Análisis de la industria chilena

3.1 Participantes del mercado chileno

En el cuadro 2 se puede apreciar un ranking con las 10 mayores empresas exportadoras del Salmon Atlántico en Chile. Este ranking correspondiente a enero - junio 2017 - 2018 está liderado por la empresa de capitales japonés Cermaq Chile, seguido por la empresa Noruega Marine Harvest Chile, y en tercer lugar Multifoods concentrando solo estas tres empresas 29.3% del mercado nacional.

Cuadro 2

Ranking exportadores												
Salmón Atlántico												
Enero-Junio 2017-2018 (ordenados por monto 2018)												
	Monto (miles de US\$ FOB)				Cantidad (t netas)				Precio (US\$/Kg FOB)			
	2017	2018	Var. (%)	Part. (%)	2017	2018	Var. (%)	Part. (%)	2017	2018	Var. (%)	
TOTAL	1.720.437	1.925.027	11,9%	100%	169.437	224.977	32,8%	100%	10,2	8,6	-15,7%	
CERMAQ CHILE	166.755	193.952	16,3%	10,1%	18.098	25.216	39,3%	11,2%	9,2	7,7	-16,5%	
MARINE HARVEST CHILE	100.848	187.817	86,2%	9,8%	10.124	23.109	128,3%	10,3%	10,0	8,1	-18,4%	
MULTIFOODS	197.887	181.525	-8,3%	9,4%	19.623	20.336	3,6%	9,0%	10,1	8,9	-11,5%	
CAMANCHACA	73.109	157.790	115,8%	8,2%	7.138	18.796	163,3%	8,4%	10,2	8,4	-18,0%	
AQUACHILE	149.354	155.855	4,4%	8,1%	14.190	17.636	24,3%	7,8%	10,5	8,8	-16,0%	
BLUMAR	97.299	140.517	44,4%	7,3%	9.049	15.235	68,4%	6,8%	10,8	9,2	-14,2%	
LOS FIORDOS	147.906	122.313	-17,3%	6,4%	14.903	14.684	-1,5%	6,5%	9,9	8,3	-16,1%	
AUSTRALIS	135.005	108.480	-19,6%	5,6%	14.055	13.627	-3,0%	6,1%	9,6	8,0	-17,1%	
INVERMAR	97.414	96.850	-0,6%	5,0%	8.600	9.615	11,8%	4,3%	11,3	10,1	-11,1%	
VENTISQUEROS	64.947	82.248	26,6%	4,3%	6.146	10.030	63,2%	4,5%	10,6	8,2	-22,4%	
Otros exportadores	489.912	497.680	1,6%	25,9%	47.511	56.692	19,3%	25,2%	10,3	8,8	-14,9%	

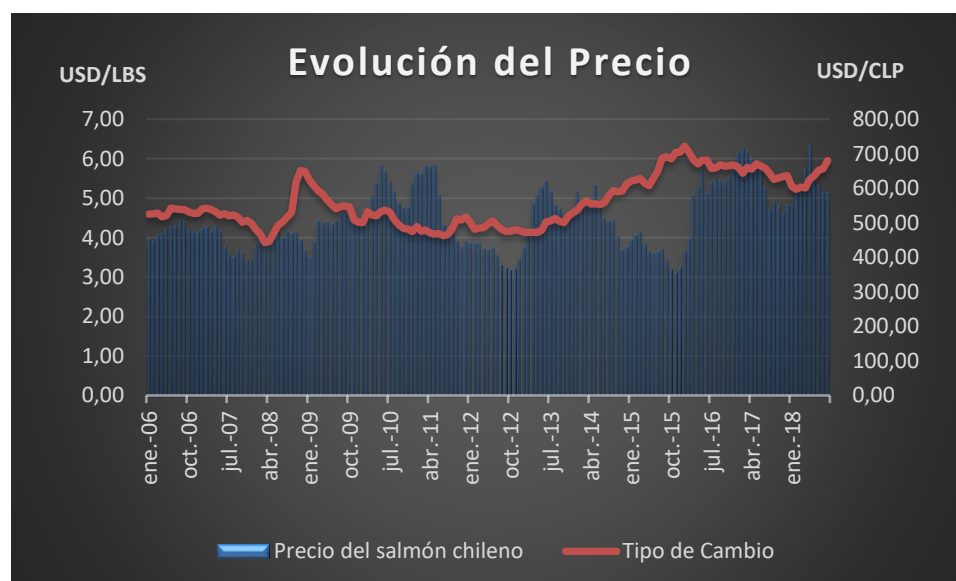
Fuente: IndexSalmón.

3.2 Precio del Salmón chileno

Como se puede apreciar en el gráfico 3, el precio del Salmón chileno FOB Miami ⁶ se muestra en el formato de barras junto con una tendencia lineal del tipo de cambio. Históricamente, el precio del Salmón chileno ha oscilado entre una banda de 3 a 6 Lbs entre los años 2006 a la fecha. Su precio más bajo obtenido en el mercado americano fue de 3,13 USD/Lbs en noviembre del 2015, siendo su valor más alto 6,31 USD/Lbs en mayo el 2018.

Se puede interpretar además que los altos precios generados en los años 2009 al 2011, se deben a la falta de oferta (Mankiw, 2002) del Salmón a nivel mundial, ocasionados por las altas mortalidades del Salmón chileno producto del virus ISA.

Gráfico 3



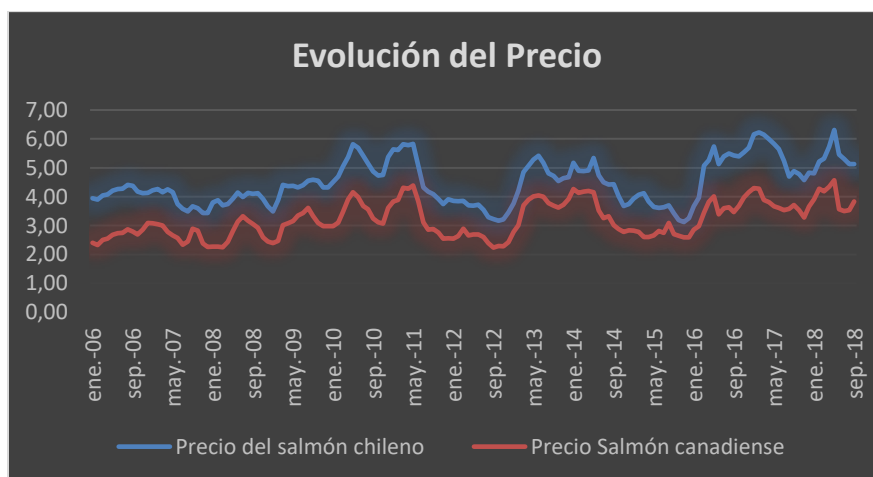
Fuente: Elaboración propia.

⁶ Precio chileno Urner Barry medio FOB Miami Calibre 3-4 Lb. Más adelante en el modelo Econométrico planteado, se explica en detalle.

Como ya se ha comentado, el Salmón chileno posee como principal mercado el mercado de EEUU, siendo su principal competidor, el Salmón canadiense. Chile exporta principalmente Filete congelado, mientras que Canadá exporta principalmente Salmón entero congelado. La diferencia de porque el precio del Salmón chileno es más valorado que el salmón canadiense, es efectivamente el formato de exportación, puesto que Chile al exportar en formato filete y no entero, le está dando valor agregado al producto.

En el gráfico 4 se muestra la evolución histórica del precio del Salmón chileno y el precio del Salmón canadiense⁷ de forma lineal. Se puede apreciar que ambos precios han mantenido la misma tendencia en el mercado americano, manteniendo constante la banda en el precio explicados por el formato de exportación.

Gráfico 4



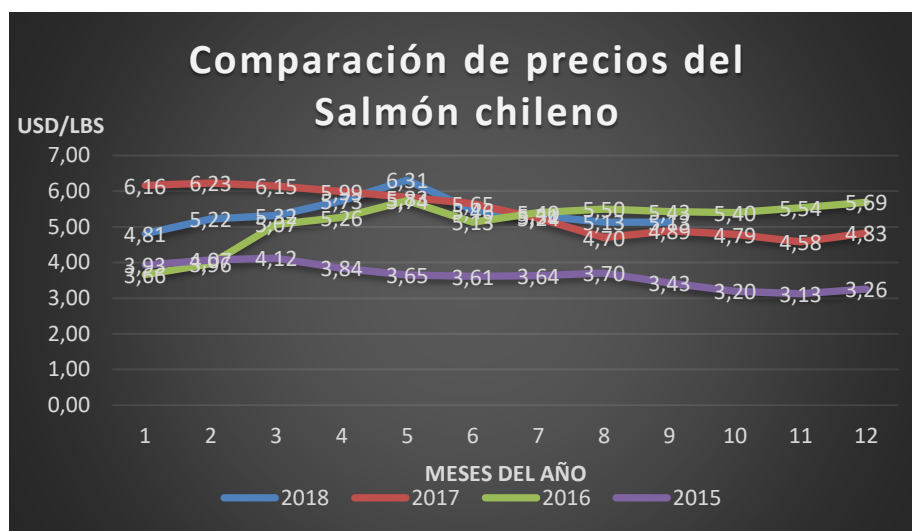
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, al comparar el precio de los últimos 4 años del Salmón chileno en EEUU (Ver gráfico 5) se puede comentar que el año 2017 ha sido el año que se ha obtenido los precios más altos de la industria nacional, observando precios históricos

⁷ Precio canadiense Urner Barry medio FOB Miami Calibre 10-12 Lb. Más adelante en el modelo Econométrico planteado, se explica en detalle.

(IndexSalmon, 2018), con un promedio anual de 5,65 USD/Lbs. Mientras que el año 2015 solo se obtuvo un promedio anual de 3,78 USD/Lbs.

Gráfico 5

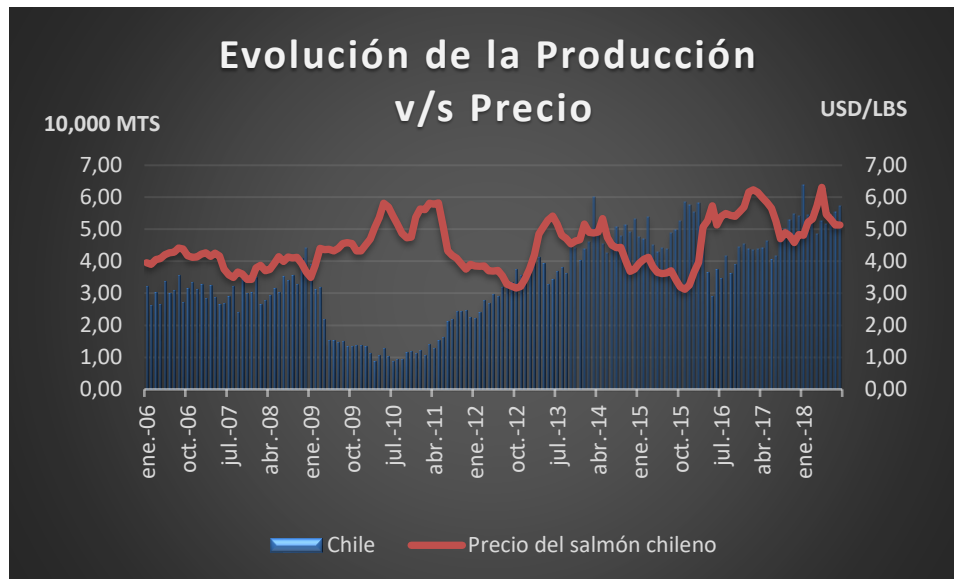


Fuente: Elaboración propia.

3.3 Producción Salmón chileno

Chile históricamente ha sido siempre el segundo mayor exportador de salmón a nivel mundial después de Noruega. En el año 2006, Chile tuvo cosechas por 3687.000 toneladas anuales, mientras que en el año 2017 se alcanzó cosechas por 564.200 toneladas anuales. En el gráfico 6 se puede apreciar como la crisis del virus ISA del año 2008 afectó a las cosechas totales producidas por Chile entre los años 2009 y 2011. Como es sabido cuando existe escases de oferta el precio por defecto tiende a subir (Mankiw, 2002).

Gráfico 6



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en el cuadro 3 se aprecia los principales mercados de la producción chilena, siendo EEUU el principal mercado de exportación, seguido por Brasil y Rusia. Con respecto al mercado brasileño este es clave para Chile al momento de definir cuanta producción será enviada a EEUU y cuenta a Brasil. A EEUU se envía principalmente filete congelado como se mencionó anteriormente y para el mercado brasileño, se envía entero fresco. Entonces para las empresas salmoniculoras chilenas, el costo de oportunidad está en darle valor agregado y exportarlo a EEUU, o solo enviarlo fresco a Brasil, esto dependerá del precio que exista en cada mercado al momento de tomar la decisión de cosechar.

Cabe mencionar que entre el 2014-2016 las ventas de salmón en el retail brasileño han aumentado en un 18% y su consumo se ha consolidado de tal forma que paso a formar parte integral del menú semanal de las familias brasileñas (Riquelme, 2018).

Cuadro 3

Exportaciones por país de destino											
Salmón Atlántico											
Enero-Junio 2017-2018 (ordenados por monto 2018)											
PAIS	Monto (miles de US\$ FOB)				Cantidad (t netas)				Precio (US\$/Kg FOB)		
	2017	2018	Var. (%)	Part. (%)	2017	2018	Var. (%)	Part. (%)	2017	2018	Var. (%)
U.S.A.	808.744	885.095	9,4%	46,0%	65.401	82.837	26,7%	36,8%	12,37	10,68	-13,6%
BRASIL	301.034	286.437	-4,8%	14,9%	37.296	42.037	12,7%	18,7%	8,07	6,81	-15,6%
RUSIA	93.355	161.984	73,5%	8,4%	11.665	23.618	102,5%	10,5%	8,00	6,86	-14,3%
CHINA	62.372	126.153	102,3%	6,6%	8.019	18.380	129,2%	8,2%	7,78	6,86	-11,8%
MEXICO	60.220	53.696	-10,8%	2,8%	5.164	5.376	4,1%	2,4%	11,66	9,99	-14,4%
Otros destinos	394.713	411.662	4,3%	21,4%	41.892	52.728	25,9%	23,4%	9,42	7,81	-17,1%

Fuente: IndexSalmon.

3.4 Acontecimiento importante en la industria salmonera chilena.

La crisis del virus ISA, es considerada para la industria salmonera mundial como la infección más devastadora de la historia de la salmonicultura. Esta crisis golpeó al sector en el año 2007 y se mantuvo hasta mediados de 2010, provocando una caída del 20% de las exportaciones de salmón atlántico y la pérdida de casi la mitad de trabajo directos que generaba en ese entonces la industria Chile. El virus ISA provocó que el 60% de los centros de cultivo en Chile dejaran de producir, retrasando los niveles de producción en una década, justo en el momento en que Chile estaba igualando a Noruega en volumen de exportación. Además de reducir el empleo directo en aproximadamente 25 mil puestos de trabajo. Esto significó una pérdida de 5 mil millones de dólares para la industria entre el año 2007 al 2010 (Katz, 2010)

Sin embargo, la industria chilena se recuperó, y en el proceso generó oportunidades que impulsaron el nuevo modelo productivo de la Industria chilena, la cual consistente en una serie de medidas relacionadas con descansos sanitarios, tratamientos coordinados y densidades máximas de siembras, además de análisis temáticos enfocados con las concesiones, la infraestructura productiva y las nuevas condiciones sanitarias que incluyeron una serie de acciones para la detección de

enfermedades, vacunación, uso de medicamentos y restricción a la importación de ovas (SalmonChile, 2017)

A continuación, se puede ver una gráfica con los brotes del virus ISA que afectó a la industria nacional.

Cuadro 4



Número de brotes de virus ISA, entre 2007 y 2014

Fuente: Informe Sanitario Salmonicultura en Centros Marinos Primer Semestre 2014, SERNAPESCA

VIII. DESARROLLO DEL MODELO ECONOMETRICO

1. Modelo Econométrico

Para efectos de este estudio, la proyección del precio del salmón chileno se realiza mediante la aplicación de la técnica econométrica de regresión lineal múltiple de mínimos cuadrados (Gujarati, 2010).

En estadística la regresión lineal es un modelo matemático usado para relacionar cuanta dependencia existe de la variable dependiente Y en función de las variables independientes X_i y un error aleatorio ε (Gujarati, 2010). Este modelo se expresa de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_i * X_i + \varepsilon$$

En términos históricos la primera forma de regresión lineal de la cual se tiene información fue el método de los mínimos cuadrados que fue publicada por Legendre en 1805, Gauss publicó un trabajo en donde desarrollaba de manera más profunda el método de los mínimos cuadrados (Gauss, 1823)

Con respecto al término lineal se emplea para distinguirlo del resto de técnicas de regresión, que emplean modelos basados en cualquier clase de función matemática. Los modelos lineales son una explicación simplificada de la realidad, mucho más ágiles y con un soporte teórico mucho más extenso por parte de la matemática y la estadística (Gauss, 1823).

Finalmente la variable ε es la perturbación aleatoria que recoge todos aquellos factores de la realidad no controlables u observables y que por tanto se asocian con el azar, y es la que confiere al modelo su carácter estocástico.

A continuación, se expresa la regresión lineal múltiple:

$$\text{Precio del Salmón (P}_{ch}) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i * X_i + \varepsilon$$

Donde:

P_{ch} = Variable dependiente.

β_0 = Intersección con el eje del precio.

β_i = Coeficiente beta asociado a cada variable.

X_i = Variables explicativas.

ε = Es la perturbación aleatoria.

1.1 Supuestos del modelo de regresión lineal

1. La relación entre las variables es lineal.
2. Los errores de las variables explicativas son independientes entre sí.
3. Los errores tienen varianza constante, Homocedasticidad.
4. Los errores tienen una esperanza matemática igual a cero $\varepsilon = 0$.
5. Es una regresión estocástica.
6. Normalidad de las perturbaciones $\varepsilon = N(0, \sigma^2)$.
7. Existe ausencia de colinealidad.

1.2 Modelo Econométrico propuesto

Para este estudio se tuvo en cuenta que un exceso de variables independientes puede hacer subir artificialmente el R^2 pero también reducir la significancia estadística de las variables significativas, por lo tanto, se proponen 15 variables continuas explicativas o independientes las cuales se validan según su significancia en base a pruebas y test estadísticos; Además, el modelo considera una variable dependiente, correspondiente al precio del salmón chileno calibre 3-4 en EEUU. Adicionalmente se proponen 2 efectos fijos que ayudaran a corregir por estacionalidad de la demanda mensual y la estacionalidad anual correspondiente a factores macroeconómicos no observados.

A continuación, se plantea el modelo:

$$\begin{aligned} f(Pch) = & \alpha + \beta_{ch} P_{ch} f(t-1) + \beta_{ca} P_{ca} f(t-1) + \beta_{nor} P_{nor} f(t-1) + \\ & \beta_{ch} Q_{ch} f(t) + \beta_{ca} Q_{ca} f(t) + \beta_{nor} Q_{nor} f(t) + \\ & \beta_{ch} n_{ch} f(t-1) + \beta_{ca} n_{ca} f(t-1) + \beta_{nor} n_{nor} f(t-1) + \\ & \beta_{hp} P_{hp} f(t-1) + \beta_{ti} P_{ti} f(t-1) + \beta_{ina} X_{ina} f(t-1) + \\ & \beta_{br} P_{br} f(t-1) + \beta_{br} Q_{br} f(t-1) + \beta_{br} n_{br} f(t-1) + \\ & \varphi_y + \omega_n + \varepsilon_t \end{aligned}$$

1.3 Elementos de la ecuación

ch	Chile	P	Precio
ca	Canadá	Q	Producción cosechada
nor	Noruega	t	Tiempo en meses
br	Brasil	hp	Harina de pescado
ti	Tilapia	X_{ina}	INACER
n	Valor de cada moneda en función del dólar americano		
φ_y	Efecto fijo que captura factores no observados macroeconómicos y ambientales (en años)		
ω_n	Efecto fijo que captura la estacionalidad de la demanda (en meses)		
ε_t	Variable aleatoria "error" / Perturbación aleatoria		
β	Coeficientes betas	α	Constante

1.4 Determinación de las fuentes de base de datos

Se utilizan diversas fuentes para la base de datos, con la cual se valida el modelo econométrico. Las fuentes se describen a continuación:

Infotrade: Base de datos del comercio internacional que da acceso a los datos del sistema armonizado de mercancías del arancel aduanero chileno. Esta base es utilizada solo para obtener las toneladas netas del Salmón atlántico exportados a Brasil en el formato Entero Fresco junto con su precio y además el precio de la Harina de Pescado.

Esta base solo es utilizada para las variables mencionadas, puesto que para el resto de las variables genera incongruencias, al entregar precios del filete de Salmón atlántico exportados por Chile en función de toneladas netas, por lo que el precio entregado mezcla todos los tipos calibres y formatos que existen, arrojando un precio distorsionado. No así para el formato fresco que es uno solo.

Kontali Analyse: Consultora Noruega de análisis de datos. Kontali es la principal consultora a nivel mundial de análisis de datos de la industria salmoneera. Esta consultora es única en el rubro, por lo que juega un papel clave en el análisis de datos de la industria, cabe mencionar que elaboran un reporte que entrega Forecast de cosechas mundiales único en el mundo, por lo que este es considerado el estándar de la industria. Kontali respalda por todas las salmoneeras locales como lo son AquaChile, Multiexport Foods, Cermaq, Salmones Camanchaca, Marine Harvest entre muchas más, por lo que todos ellos ocupan sus datos para entregar sus memorias anuales. Además de ser respaldada por Salmonchile, Asociación de la industria del Salmón de Chile.

De esta base de datos se extrajeron datos de producción mensual real histórica del salmón chileno, canadiense y noruego, junto con sus precios y sus proyecciones del año 2018 y 2019.

Urner Barry: Principal editor comercial encargado del análisis de datos de la industria alimentaria de EEUU, quienes entregan información y análisis del mercado de las proteínas. La industria salmoneera utiliza el precio Urner Barry como el indicador principal para estimar las exportaciones del salmón chileno a EEUU. De este editor se extrajeron los datos históricos del precio del Filete del Salmón chileno y salmón canadiense en el mercado americano y además el precio de la Tilapia en el mismo mercado de los países de Centroamérica.

Nasdaq Index Salmon: es el indicador oficial del salmón noruego, que recopila el promedio ponderado de los precios de venta y volúmenes informados correspondientes en salmón fresco de Atlántico (HOG), informado a Nasdaq Commodities, por un panel de exportadores de salmón noruegos y productores de salmón con licencia de exportación. De esta base de datos se extraen los datos del precio del salmón noruego.

INE: Instituto Nacional de Estadísticas, organismo estatal chileno que tiene como finalidad de producir, recopilar y reportar información estadística oficiales de Chile. Del cual se extrajeron los datos del indicador INACER (Índice de actividad económica regional) de las regiones X, XI y XII.

Banco Central de Chile: Organismo autónomo y de rango constitucional, de carácter técnico, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que tiene por objeto velar por la estabilidad de la moneda y el normal funcionamiento de los pagos internos y externos en Chile. Del cual se extrajeron los valores de las monedas de Chile, Brasil, Noruega, Canadá para estimar el tipo de cambio en función del Dólar Americano.

1.5 Definición de las variables explicativas propuestas

Se explican y caracterizan las 15 variables explicativas, de las cuales tres corresponden a variables del mercado nacional, como es el precio de la Harina de pescado, el indicador INACER de tres regiones, y la producción de Chile; mientras que las restantes 12 variables corresponden a variables internacionales como lo son las producciones de Canadá y Noruega, los tipos de cambio de Chile, Canadá, Noruega y Brasil, el precio de la Tilapia en los países centroamericanos, la cantidad de salmón exportado a Brasil, el precio de exportación a Brasil, y finalmente los precios de venta de Chile y Canadá en EUU y el de Noruega.

A continuación, explican y caracterizan las variables del modelo:

P_{ch}: El precio de Chile, corresponde al precio Urner Barry medio del Filete Salmón Chile, Trim-D ⁸FOB Miami Calibre 3-4 lb, principal calibre exportado por Chile a

⁸ Trim- D corresponde al filete con piel, sin membrana peritoneo, congelado IQF ((Individual Quick Freezing)).

EEUU. Con este calibre la industria chilena calcula sus principales proyecciones de precio en EEUU.

P_{ca}: Precio de Canadá, corresponde al precio Urner Barry medio del Entero Fresco Canadá FOB Miami Calibre 10-12 Lb, principal calibre exportado por Canadá a EEUU. El mercado de EEUU es el principal mercado del salmón canadiense, siendo el formato fresco el principal formato exportado por Canadá a EEUU.

P_{nor}: Precio de Noruega, corresponde al precio NASDAQ Salmon Index, del Salmón Entero Fresco Atlántico (HOG) ⁹noruego. Para el cálculo de este precio se realiza un promedio de los 3 principales calibres exportados (3-4 lb, 4-5lb, 5-6lb) que históricamente equivalen a más del 75% de su exportación total de Noruega. Se utiliza el precio Nasdaq porque el principal destino de las exportaciones de Noruega es la Unión Europea principalmente Francia y Alemania, por lo que EEUU es un mercado poco significativo para sus exportaciones.

P_{br}: Precio de Brasil, corresponde al precio del salmón entero fresco exportado por Chile a Brasil según datos de Infotrade. Brasil el segundo destino más importante de las exportaciones nacionales de salmón, siendo el formato fresco el principal formato exportado a Brasil (Riquelme, 2018).

P_{ti}: Precio de Tilapia, corresponde al precio Urner Barry medio de la Tilapia C&SA ¹⁰FOB Miami Calibre 3-5 oz, correspondiente a uno al principal calibre vendido en EEUU de Tilapia. Se considera el precio de la Tilapia como variable, puesto que según (GLOBEFISH, 2016), la Tilapia es considerada uno de los principales pescados importados por EEUU, siendo su ciclo productivo muy similar al del salmón (Cervera, 2010).

P_{hp}: Precio de la Harina de pescado en Chile entregados por la base Infotrade. La harina de pescado es históricamente el principal insumo con el que hacen el

⁹ HOG, head on gutted.

¹⁰ C&SA, Centroamérica y Sudamérica.

alimento para peces (30%), puesto que es rico en ácidos grasos. El alimento a su vez es el 50% del costo en la producción del salmón (Aqua, 2018).

Q_{ch}: Corresponde a la producción¹¹ mensual del salmón atlántico de Chile.

Q_{ca}: Producción mensual del salmón atlántico de Canadá. Mientras mayor sea la producción de Canadá, mayor será su volumen exportado a EEUU, siendo el salmón canadiense el salmón sustituto del salmón chileno en EEUU

Q_{nor}: Corresponde a la producción mensual del salmón atlántico de Noruega.

Q_{br}: Corresponde a las toneladas netas de Salmón atlántico entero fresco exportadas por Chile a Brasil. La cantidad de Salmón exportado a Brasil es considerado como el costo de oportunidad que tiene el Salmón chileno, puesto que mientras mayor sea la exportación de entero fresco a Brasil, menor será la exportación de Filete a EEUU (Messen, 2006).

X_{ina}: Corresponde al promedio del índice INACER (Índice de Actividad Económica Regional) de las regiones X, XI y XII. Estas tres regiones se produce principalmente la fase de engorda del salmón, por lo que concentran todos los centros productivos. Adicionalmente existen resultados de estudios que arrojan que este indicador posee un alto grado de significancia en el precio del salmón (Mardones, et al., 2016).

n_{ch}: Corresponde al tipo de cambio de Chile en función al Dólar Americano.

n_{ca}: Corresponde al tipo de cambio de Canadá en función al Dólar Americano.

n_{nor}: Corresponde al tipo de cambio de Noruega en función al Dólar Americano.

n_{br}: Corresponde al tipo de cambio de Brasil en función al Dólar Americano.

¹¹ Las proyecciones de cosechas están directamente relacionadas con el precio del Salmón. Esto quiere decir que, si se espera una mayor cosecha o producción, significa que abra mayor oferta de salmón, por ende, el precio tiende a disminuir en el mercado por la ley de oferta y demanda (Mankiw, 2002).

1.6 Efectos Fijos propuestos

Como se menciona anteriormente el modelo no incorpora todas las variables de influencia, por lo que se debe recurrir a un modelo alternativo a la regresión, que anida los datos para así poder incorporar la estacionalidad del precio. El método elegido es el de efectos fijos, para incorporar al modelo la estacionalidad de la demanda mensual y la estacionalidad anual producida por efectos macroeconómicos no observados. Para calcular los efectos fijos se utilizan variables dummy dicotómica (Montero Granados, 2016) mediante el comando xi: reg en STATA para los 12 meses del año y para los 13 años de los datos.

El efecto fijo propuesto para corregir por estacionalidad y el efecto fijo propuesto para los efectos anuales no observados, se muestran a continuación. La idea del efecto fijo es que, al momento de calcular el precio del salmón chileno, este sea corregido mediante la suma del beta del mes correspondiente y adicionalmente la suma del beta del año calculado. Por ejemplo, si se está validando el precio de enero del 2015 mediante la proyección que arroje la regresión propuesta, la regresión deberá incluir el valor fijo de enero 0,13 y el valor fijo del año 2015 que es -0,53.

Tabla 1

```
. xi: reg pch i.month
i.month      _Imonth_1-13      (_Imonth_1 for month=1 omitted)
note: _Imonth_13 omitted because of collinearity
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153
Model	9.24771558	11	.840701416	F(11, 141) = 1.44
Residual	82.2012583	141	.582987648	Prob > F = 0.1606
				R-squared = 0.1011
				Adj R-squared = 0.0310
				Root MSE = .76354
Total	91.4489739	152	.601637986	

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
_Imonth_2	-.1948717	.3056591	-0.64	0.525	-.7991389 .4093954
_Imonth_3	-.2890384	.3056591	-0.95	0.346	-.8933056 .3152288
_Imonth_4	-.1723717	.3056591	-0.56	0.574	-.7766389 .4318954
_Imonth_5	.1300001	.2994836	0.43	0.665	-.4620584 .7220586
_Imonth_6	.3453846	.2994836	1.15	0.251	-.2466739 .9374431
_Imonth_7	.3961539	.2994836	1.32	0.188	-.1959046 .9882123
_Imonth_8	.5546154	.2994836	1.85	0.066	-.0374431 1.146674
_Imonth_9	.3092308	.2994836	1.03	0.304	-.2828277 .9012893
_Imonth_10	.1407693	.2994836	0.47	0.639	-.4512892 .7328278
_Imonth_11	.0407692	.2994836	0.14	0.892	-.5512893 .6328277
_Imonth_12	1.83e-08	.2994836	0.00	1.000	-.5920585 .5920585
_Imonth_13	0 (omitted)				
_cons	4.381538	.2117669	20.69	0.000	3.96289 4.800187

Tabla 2

```
. xi: reg pch i.year
i.year      _Iyear_1-14      (_Iyear_1 for year=2006 omitted)
note: _Iyear_14 omitted because of collinearity
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153
Model	60.0135085	12	5.00112571	F(12, 140) = 22.27
Residual	31.4354654	140	.224539039	Prob > F = 0.0000
				R-squared = 0.6563
				Adj R-squared = 0.6268
				Root MSE = .47386

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
_Iyear_2	-.3283334	.1934507	-1.70	0.092	-.7107958 .054129
_Iyear_3	-.2358334	.1934507	-1.22	0.225	-.6182958 .146629
_Iyear_4	.1325001	.1934507	0.68	0.495	-.2499624 .5149625
_Iyear_5	.9575	.1934507	4.95	0.000	.5750376 1.339962
_Iyear_6	.6625	.1934507	3.42	0.001	.2800376 1.044962
_Iyear_7	-.6183334	.1934507	-3.20	0.002	-1.000796 -.235871
_Iyear_8	.6008333	.1934507	3.11	0.002	.1183708 .9832957
_Iyear_9	.4016666	.1934507	2.08	0.040	.0192042 .7841291
_Iyear_10	-.5325	.1934507	-2.75	0.007	-.9149624 -.1500376
_Iyear_11	.9841667	.1934507	5.09	0.000	.6017042 1.366629
_Iyear_12	1.255833	.1934507	6.49	0.000	.8733708 1.638296
_Iyear_13	1.215833	.2089506	5.82	0.000	.8027267 1.628894
_Iyear_14	0 (omitted)				
_cons	4.164167	.1367903	30.44	0.000	3.893725 4.434608

2. Pruebas y test estadísticos

Para el modelo econométrico propuesto se realizan una serie de pruebas y test estadísticos para validarlo como modelo (Escobar; Fernández; Bernardi, 2012). Se testea la linealidad, normalidad, colinealidad, significancia, homocedasticidad. Para la corrección de la linealidad y colinealidad se utiliza logaritmos naturales de la misma variable para medir sus efectos en el modelo y validar si la variable es significativa para el modelo. También se categorizan algunas variables para medir el mismo efecto anteriormente mencionado.

Además, se utilizan indicadores estadísticos para validar como lo es el coeficiente de determinación R^2 , R^2 ajustado, índices de correlación, Valor de F, Prueba P o P-Value, tabla ANOVA, nivel de confianza.

2.1 test estadísticos.

Se utiliza el test de Ramsey (StataCorp, 2017) que ejecuta el RESET que es una prueba de error de especificación para la regresión, y así asegurarse que las variables omitidas no causen una especificación errónea del modelo. Además, se agrega rhs, que hace que se cambien los valores ajustados por los valores de las variables explicativas, para ejecutar el comando.

Los resultados del test son diferentes de 0.000 por lo que no existen variables omitidas en la regresión.

Tabla 3

```
. estat ovtest

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of pch
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 132) =      3.50
      Prob > F =      0.0174

. estat ovtest, rhs

Ramsey RESET test using powers of the independent variables
Ho: model has no omitted variables
      F(45, 90) =      2.02
      Prob > F =      0.0024
```

. vif

Variable	VIF	1/VIF
lnnor	38.68	0.025853
lnca	30.09	0.033228
lnbr	29.54	0.033854
lpch	21.34	0.046859
lnch	16.84	0.059398
lpca	10.68	0.093646
lpnor	10.45	0.095657
lqbr	10.04	0.099619
qch	9.10	0.109851
lpbr	8.73	0.114593
qnor	4.28	0.233717
lina	3.53	0.283476
lphp	3.16	0.316844
qca	2.41	0.414130
lpti	2.26	0.442900
Mean VIF	13.41	

Tabla 4: se calcula mediante el comando vif, la tabla de colinealidad, la cual arroja un valor de 13,41 por lo que hay indicios de que existe colinealidad entre las variables, esta colinealidad está dada por las primeras 8 variables que poseen un valor superior a 10 o su factor de tolerancia (1/vif) se acerca mucho a 0.

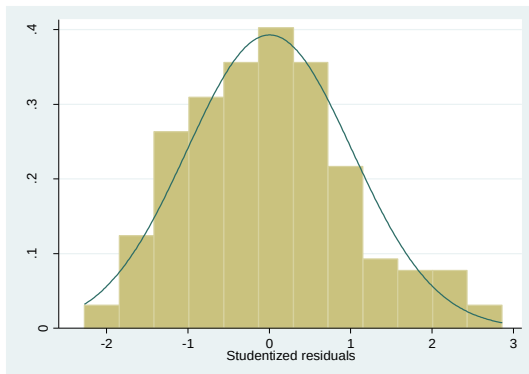
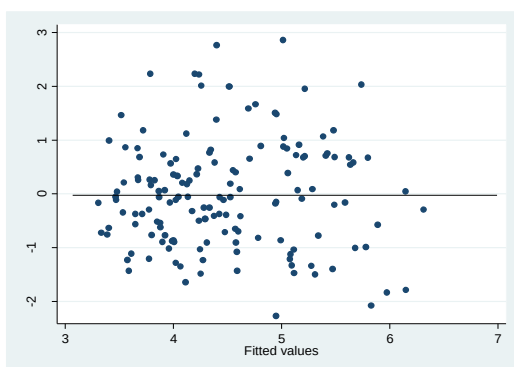


Gráfico 7: Con respecto a la normalidad esta la curva se comporta muy similar a una distribución normal, pero con pequeñas salidas de la curva.

Finalmente, se puede apreciar en el gráfico 8 (gráfico residuos ¹²del modelo propuesto) que existe homocedasticidad, puesto que existe asimetría entre los puntos por debajo de 0 y los por encima de 0. Por otro lado, el test de skewness - kurtosis nos muestra que efectiva el valor p es mayor que 0,05 por lo tanto si existe normalidad.

¹² El gráfico de residuos sirve para ver si los supuestos del modelo lineal de regresión son justificados o no, porque puede existir una alta correlación entre dos o más variables aun siendo no lineal.

Gráfico 8**Tabla 5**

```
. estat imtest
```

Cameron & Trivedi's decomposition of IM-test

Source	chi2	df	p
Heteroskedasticity	141.34	135	0.3371
Skewness	24.57	15	0.0561
Kurtosis	2.28	1	0.1314
Total	168.18	151	0.1607

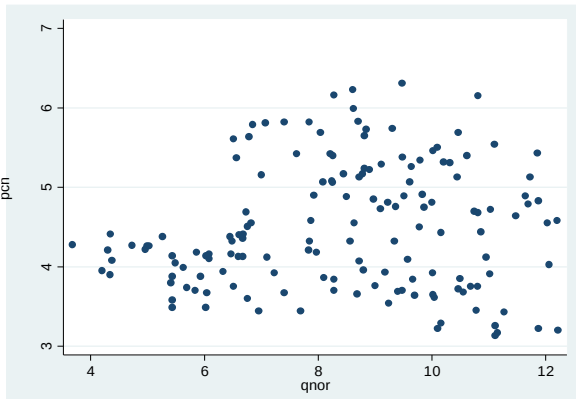
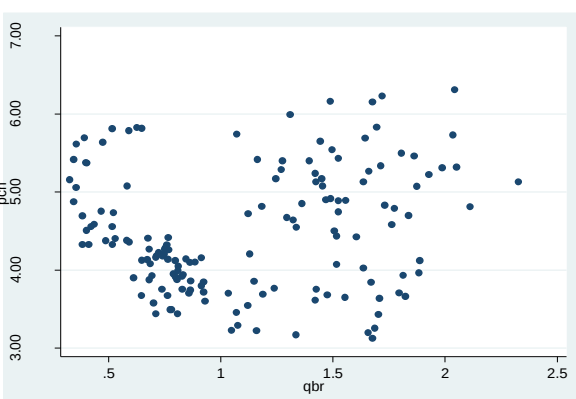
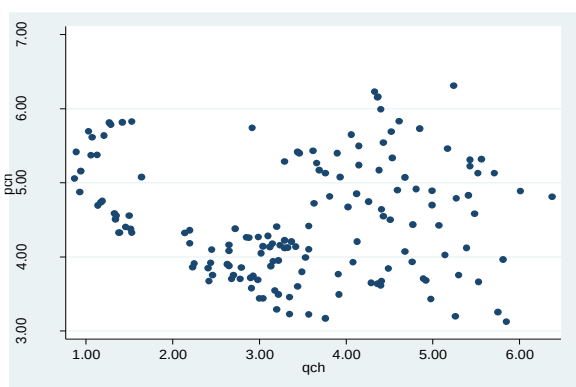
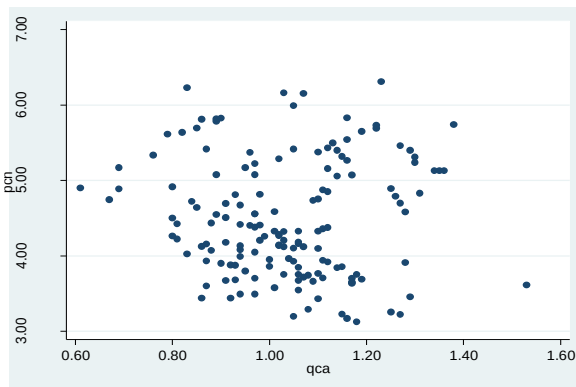
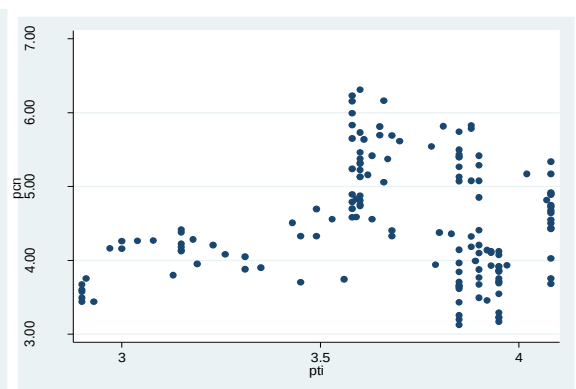
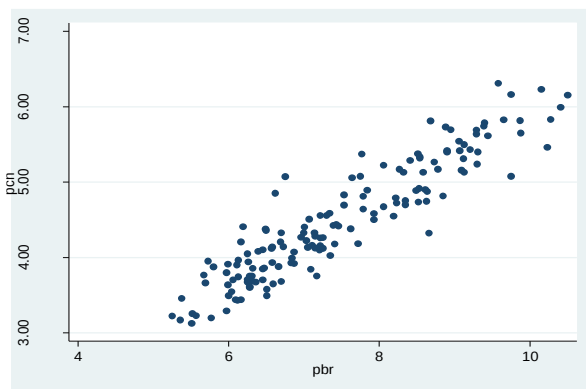
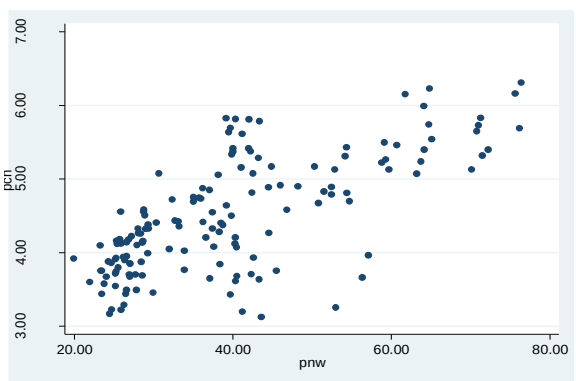
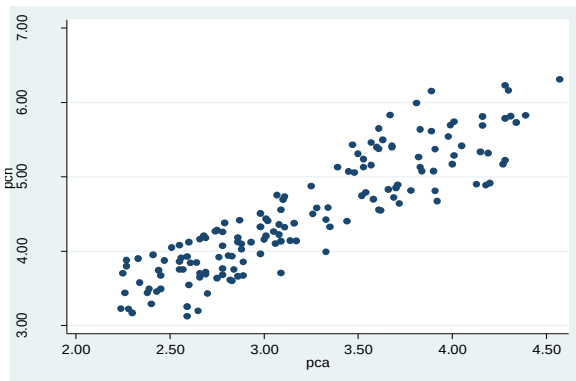
En el anexo 1 ,2 y 3 se pueden apreciar la matriz de correlación¹³ y el diagrama de multicolinealidad y la descripción de los datos de la regresión.

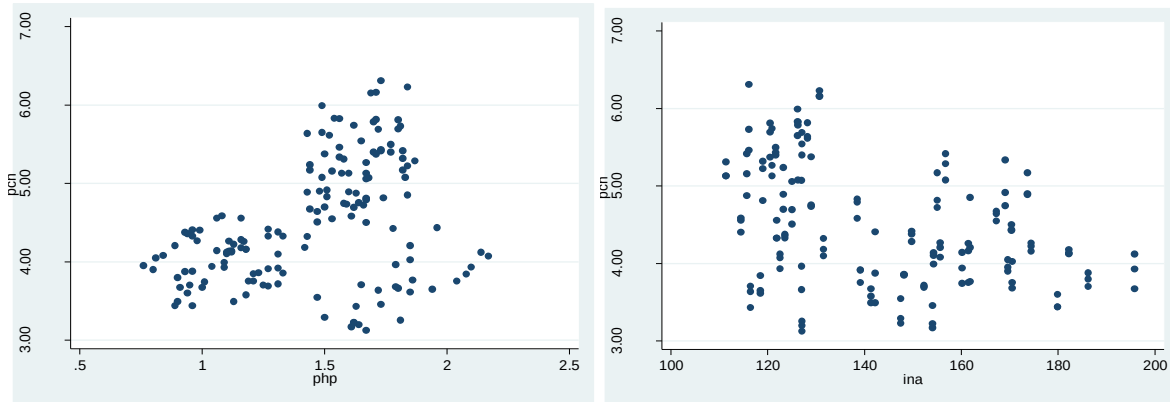
2.2 Gráficos Scatter – linealidad

A continuación, se muestran los gráficos de linealidad (StataCorp, 2017) para cada una de las variables explicativas de forma independiente. Los gráficos Scatter o gráficos de dispersión ayudan a identificar el tipo de relación que existe entre dos variables cuantitativas, que para este caso de estudio corresponden a cada variable independiente o explicativa en función de la variable dependiente. Como se puede apreciar en algunos gráficos existe una correlación lineal positiva como lo es la variable p_{ca} , p_{br} y otras que no lineales de forma independiente.

¹³ Para efectos prácticos en este estudio no se toman en consideración las variables tipo de cambio en gráficos y matrices.

Gráficos 9-18

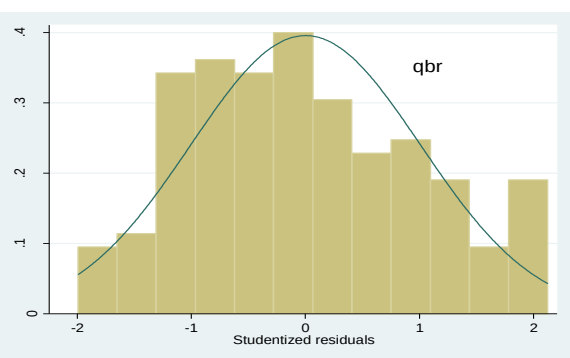
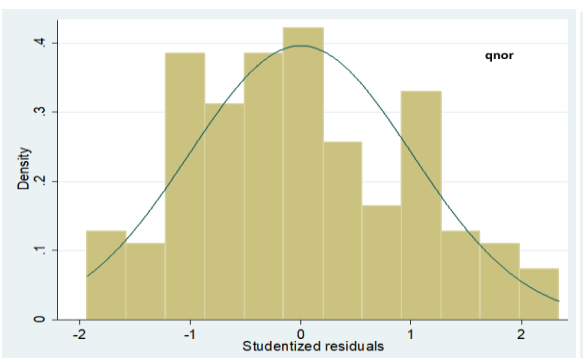
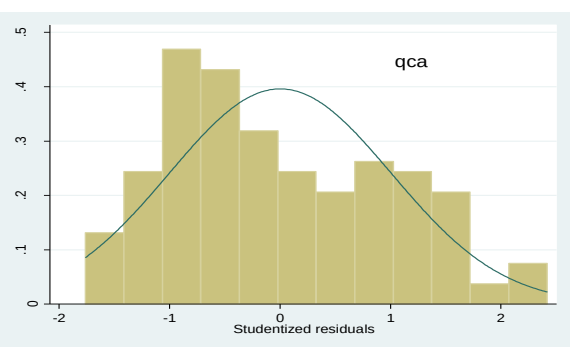
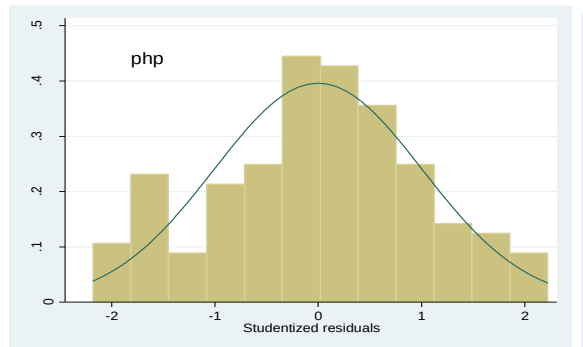
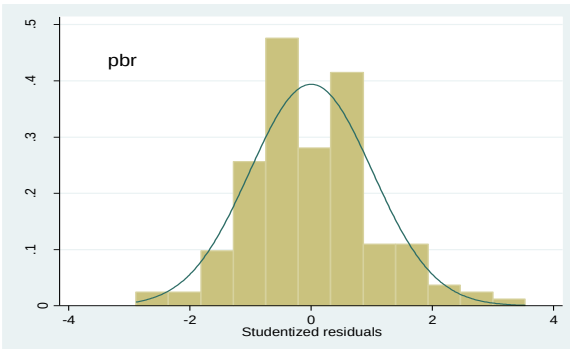
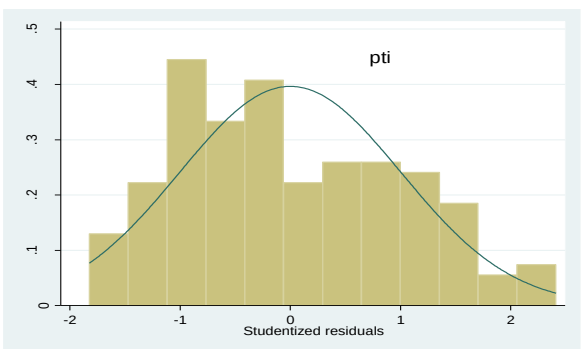
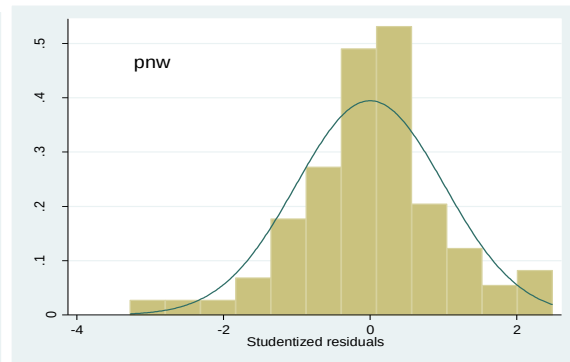
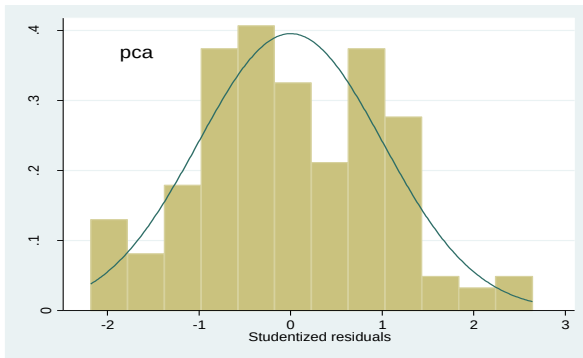


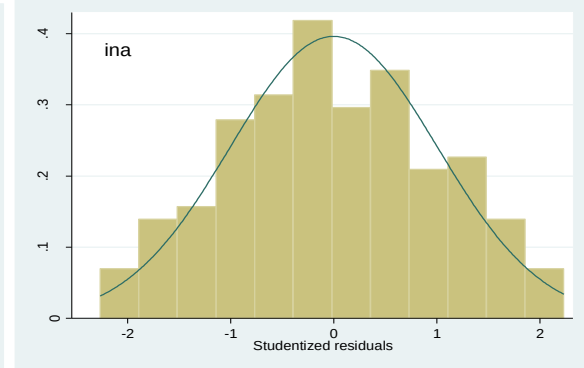
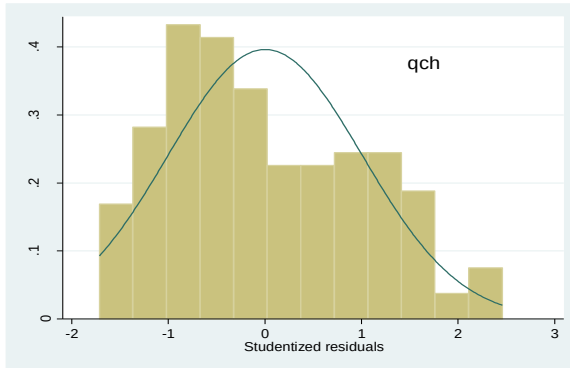


2.3 Gráficos de distribución normal – Normalidad

A continuación, se muestran los gráficos de normalidad (StataCorp, 2017) para cada una de las variables explicativas de forma independiente. Cabe mencionar que los gráficos de distribución normal sirven para poder identificar si alguna variable se comporta de forma normal, en otras palabras, se puede identificar si su distribución no es asimétrica, esto generaría que los datos bajo el centro de la curva no puedan reflejar la mediana, media o moda; que los datos no reflejen el 100% de los casos; o que no se pueda determinar la probabilidad de ocurrencia para distintos valores de las variables. En este contexto hay algunas variables que se escapan de forma independiente a una distribución normal como lo son la q_{ca} , q_{ch} , q_{nor} , q_{br} , esto puede ser explicado porque la cantidad de producción cosechada depende de muchas condiciones medioambientales que se deben dar, lo cual no se dan en algunos periodos de tiempo de la historia, generando estas desviaciones a la normal.

Gráficos 19-28

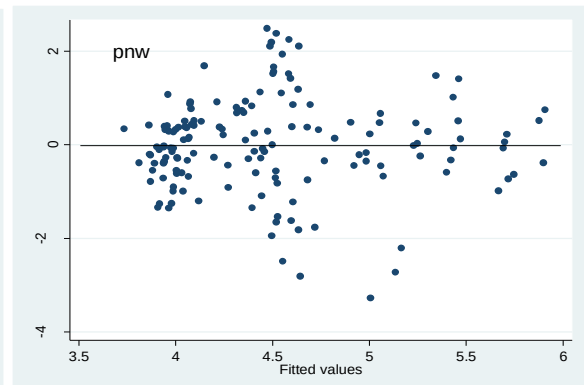
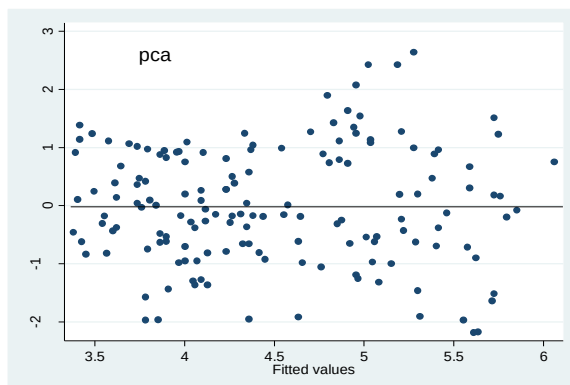


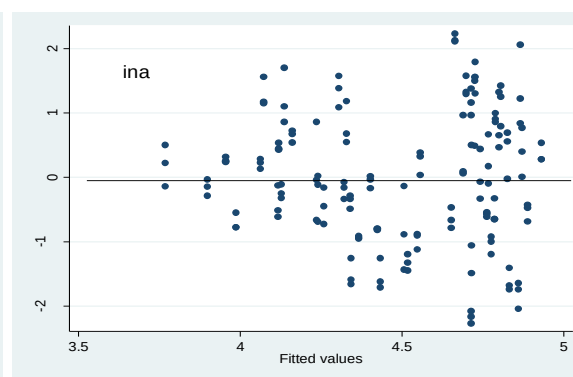
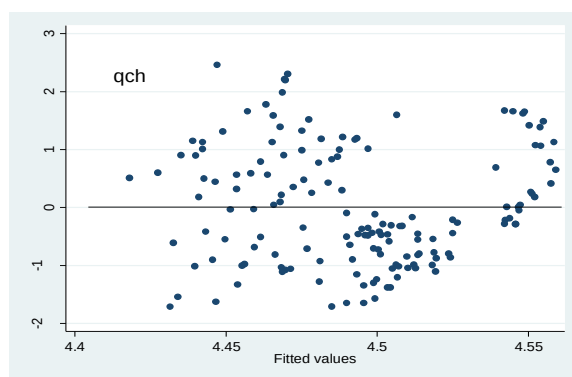
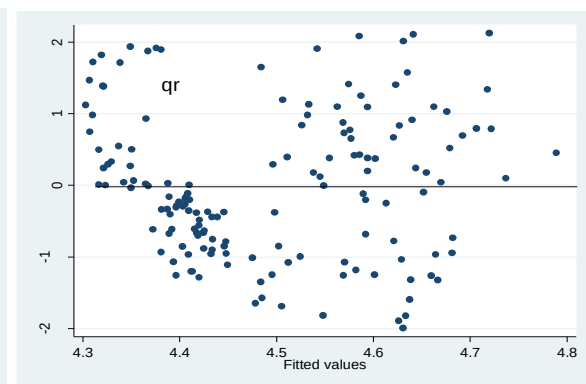
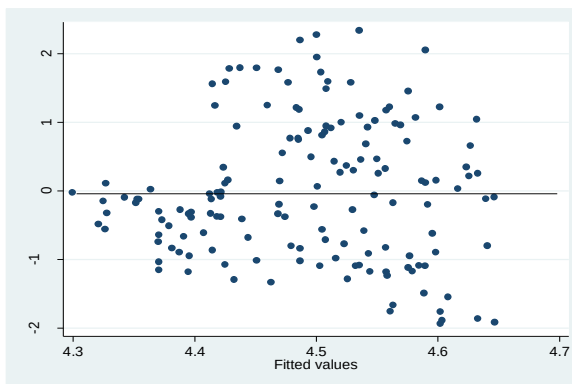
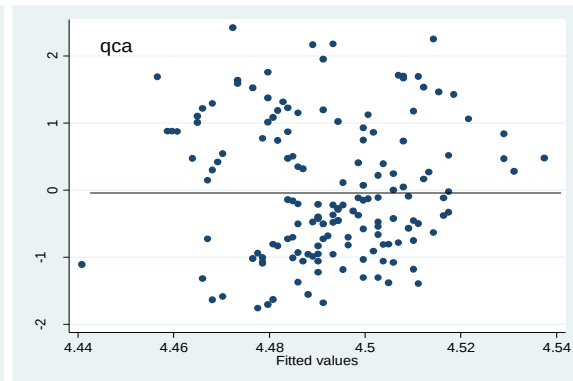
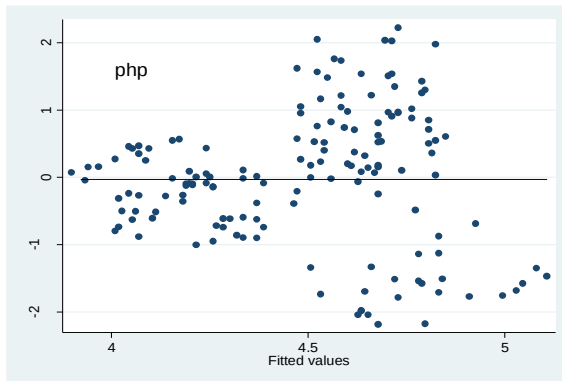
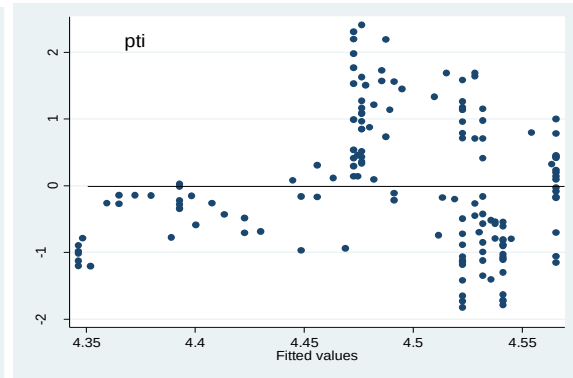
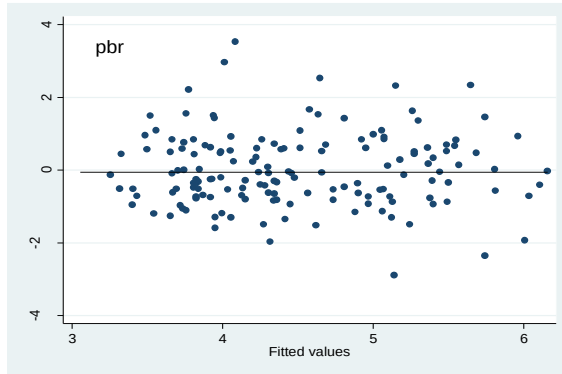


2.4 Homocedasticidad

A continuación, se muestran los gráficos de homocedasticidad (StataCorp, 2017) para cada una de las variables explicativas de forma independiente. La homocedasticidad es una característica de los modelos de regresión lineal que implica que la varianza de los errores es constante a lo largo del tiempo. Los gráficos presentados a continuación reflejan los residuos de cada variable independiente en el tiempo, y para que exista homocedasticidad los puntos por debajo de valor 0 deben ser simétricos a los por encima del valor 0. En este contexto las variables que se escapan de esta simetría son principalmente p_{ti} , p_{hp} .

Gráficos 29-38





2.5 Regresiones independientes

A continuación, se entregan las tablas de las regresiones de cada variable independiente en función de la variable dependiente. Dentro de estas tablas se puede apreciar en la parte superior izquierda una tabla ANOVA de la cual se puede interpretar cuantos valores son explicados por la regresión y cuantos no.

En la parte superior derecha se encuentra el número de observaciones de la regresión, que son principalmente el número de meses históricos con datos dentro de la regresión, después se puede apreciar el valor f que corresponde a la significancia, si su Prob > es menor que 0,05 la regresión puede explicar la variable dependiente. Para el caso de R^2 y R^2 ajustado, mientras mayor sea el valor mejor será, puesto que refleja el porcentaje de la variable dependiente que es explicado por la regresión.

Finalmente, la parte inferior se muestra el coeficiente beta de la variable, su intersección con el eje Y, el error estándar y la prueba de p , que debe ser menor que 0,05 para que la variable sea significativa dentro del modelo.

Tablas 6-15

. regress pch pca

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	74.03833	1	74.03833	F(1, 151) = 642.87		
Residual	17.3904079	151	.115168264	Prob > F = 0.0000		
Total	91.4287379	152	.601504855	R-squared = 0.8098		
				Adj R-squared = 0.8085		
				Root MSE = .33936		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pca	1.14968	.0453435	25.35	0.000	1.060091	1.23927
_cons	.8053293	.1479994	5.44	0.000	.5129123	1.097746

. regress pch pnw

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	44.8987229	1	44.8987229	F(1, 151) = 145.71		
Residual	46.5300151	151	.308145795	Prob > F = 0.0000		
Total	91.4287379	152	.601504855	R-squared = 0.4911		
				Adj R-squared = 0.4877		
				Root MSE = .55511		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pnw	.0384824	.003188	12.07	0.000	.0321835	.0447813
_cons	2.967005	.1341331	22.12	0.000	2.701985	3.232025

. . regress pch pbr

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	78.610557	1	78.610557	F(1, 151) = 926.04		
Residual	12.8181809	151	.084888616	Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.8598		
				Adj R-squared = 0.8589		
Total	91.4287379	152	.601504855	Root MSE = .29136		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pbr	.552788	.0181653	30.43	0.000	.516897	.588679
_cons	.3520542	.1380938	2.55	0.012	.0792087	.6248998

. . regress pch pti

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	.548494182	1	.548494182	F(1, 151) = 0.91		
Residual	90.8802438	151	.601855919	Prob > F = 0.3413		
				R-squared = 0.0060		
				Adj R-squared = -0.0006		
Total	91.4287379	152	.601504855	Root MSE = .77579		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pti	.1855643	.1943813	0.95	0.341	-.1984942	.5696227
_cons	3.80832	.7197383	5.29	0.000	2.386262	5.230378

. . regress pch php

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	12.2897885	1	12.2897885	F(1, 151) = 23.45		
Residual	79.1389494	151	.524099003	Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.1344		
				Adj R-squared = 0.1287		
Total	91.4287379	152	.601504855	Root MSE = .72395		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
php	.8567264	.1769199	4.84	0.000	.5071683	1.206285
_cons	3.247632	.2637119	12.32	0.000	2.726591	3.768674

. regress pch qca

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	.041525301	1	.041525301	F(1, 151) = 0.07		
Residual	91.3872126	151	.605213329	Prob > F = 0.7937		
				R-squared = 0.0005		
				Adj R-squared = -0.0062		
Total	91.4287379	152	.601504855	Root MSE = .77795		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
qca	-.104995	.4008359	-0.26	0.794	-.8969662	.6869761
_cons	4.601457	.4195666	10.97	0.000	3.772478	5.430436

. reg pch qnor

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	1.1072419	1	1.1072419	F(1, 151) = 1.85		
Residual	90.341732	151	.598289616	Prob > F = 0.1757		
				R-squared = 0.0121		
				Adj R-squared = 0.0056		
Total	91.4489739	152	.601637986	Root MSE = .77349		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
qnor	.0407055	.0299218	1.36	0.176	-.018414	.099825
_cons	4.149565	.2600398	15.96	0.000	3.635778	4.663351

. regress pch qbr

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	2.2502886	1	2.2502886	F(1, 151) = 3.81		
Residual	89.1784493	151	.590585757	Prob > F = 0.0528		
				R-squared = 0.0246		
				Adj R-squared = 0.0182		
Total	91.4287379	152	.601504855	Root MSE = .7685		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
qbr	.2430454	.1245116	1.95	0.053	-.0029645	.4890554
_cons	4.22338	.1513606	27.90	0.000	3.924322	4.522438

. regress pch ina

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	14.5158016	1	14.5158016	F(1, 151) = 28.50		
Residual	76.9129363	151	.509357194	Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.1588		
				Adj R-squared = 0.1532		
Total	91.4287379	152	.601504855	Root MSE = .71369		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ina	-.0137674	.002579	-5.34	0.000	-.0188629	-.0086719
_cons	6.46363	.3736635	17.30	0.000	5.725346	7.201913

. regress pch qch

Source	SS	df	MS	Number of obs = 153		
Model	.186182951	1	.186182951	F(1, 151) = 0.31		
Residual	91.242555	151	.604255331	Prob > F = 0.5797		
				R-squared = 0.0020		
				Adj R-squared = -0.0046		
Total	91.4287379	152	.601504855	Root MSE = .77734		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
qch	-.0256009	.0461206	-0.56	0.580	-.116726	.0655242
_cons	4.581241	.1712797	26.75	0.000	4.242827	4.919656

3. Resultados del modelo propuesto

Aplicando el Software estadístico STATA (StataCorp, 2017) , se obtienen los siguientes resultados¹⁴:

Tabla 16

```
. regress pch lpch lpca lpnor lpbr qch qca qnor lqbr lpti lphp lina lnca lnbr lnnor lnch
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 151		
Model	81.2396256	15	5.41597504	F(15, 135) = 102.11		
Residual	7.16049881	135	.053040732	Prob > F = 0.0000		
Total	88.4001244	150	.589334162	R-squared = 0.9190		
				Adj R-squared = 0.9100		
				Root MSE = .23031		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lpch	.8055445	.113422	7.10	0.000	.5812307	1.029858
lpca	.0687007	.1019837	0.67	0.502	-.1329917	.2703932
lpnor	.0227221	.0043523	5.22	0.000	.0141145	.0313296
lpbr	-.1324275	.0430789	-3.07	0.003	-.2176242	-.0472307
qch	-.0927075	.0412926	-2.25	0.026	-.1743716	-.0110434
qca	-.2234621	.1844549	-1.21	0.228	-.5882572	.141333
qnor	.0063872	.0187629	0.34	0.734	-.03072	.0434944
lqbr	.0133971	.1192238	0.11	0.911	-.222391	.2491851
lpti	-.0378207	.0867625	-0.44	0.664	-.2094102	.1337688
lphp	.1974141	.1004845	1.96	0.052	-.0013132	.3961414
lina	.0009509	.0015752	0.60	0.547	-.0021644	.0040662
lnca	1.902837	.8326446	2.29	0.024	.2561226	3.549552
lnbr	-.0721013	.1484873	-0.49	0.628	-.3657634	.2215609
lnnor	-.119562	.1078868	-1.11	0.270	-.3329289	.093805
lnch	-.0019882	.0010722	-1.85	0.066	-.0041087	.0001323
_cons	.8753036	.635272	1.38	0.171	-.381069	2.131676

Como se puede apreciar en el cuadro ANOVA la regresión posee una suma de cuadrados totales de 88.4, de los cuales 81.2 están explicados por la regresión y solo 7.1 corresponde a residuales. En términos prácticos la suma de cuadrados corresponde a la representación la medida de variación o desviación con respecto

¹⁴ Cabe mencionar que algunas variables tienen incluida la letra "l" en la tabla de la regresión, esto solo significa que la variable está siendo modelada en el tiempo t-1

a la media. En general ayuda a expresar la variación total que se puede atribuir a diferentes factores.

El número de observaciones de la regresión son de 151, con un valor de F de 102.11 lo que es significativo. La probabilidad de F es 0.000, lo que es menor a 0,05, por lo tanto, el modelo si puede explicar a la variable dependiente. Con respecto al coeficiente de determinación R^2 este posee un valor de 0.9190, y un R^2 ajustado de 0.9100, lo que quiere decir que las variables independientes explican un 91,00% de la variable dependiente (P_{ch}), o en otras palabras un 91,00% de la variable dependiente es explicada por las variables explicativas.

El valor donde se intercepta el eje de la dependiente o el eje de la Y corresponde a la constante con un valor de 0.8753.

Los coeficientes beta se interpretan de la siguiente manera, por ejemplo, para la variable q_{ca} (cosecha de Canadá) que posee un coeficiente beta de -0.2243, quiere decir que por cada unidad que suba q_{ca} , la variable P_{ch} bajara -0.2243 dólares.

Finalmente, la prueba p, que evalúa la hipótesis nula no está siendo rechazada en las variables p_{ca} , q_{ca} , q_{nor} , q_{br} , p_{ti} , i_{na} , n_{br} , n_{nor} , porque que su valor es $> 0,05$, lo que supone que las variables no son válidas para explicar la variable P_{ch} .

4. Mejoras al modelo propuesto

Las mejoras que se proponen al modelo econométrico se enlistan a continuación:

- La eliminación de la variable precio de la harina de pescado (p_{hp}), que históricamente ha sido importante al ser el principal insumo del alimento de salmón (30%), que equivale al 50% del costo de la producción de salmón, pero que a futuro no tendrá impacto significativo, puesto que la tendencia actual del mercado a eliminar por completo este componente de la base proteica del alimento para salmón. Esta estrategia de cambio se dio en primera instancia para hacer frente a los altos precios alcanzado este insumo,

seguido por el interés de la salmonicultoras por contar con materias primas más sustentables, llegando a insumos de origen animal y vegetal (50% de las proteínas) (Aqua, 2018).

- Se elimina la variable INACER (ina) que en estudios anteriores a obtenido resultados significativos (Mardones, et al., 2016) pero en esta investigación se considera que más que ser explicativa, es una variable que es explicada por el comportamiento del mercado. Además, sus validaciones estadísticas muestran que posee un R^2 ajustado muy bajo en función de la variable P_{ch} y poseer un valor $p > 0.005$ dentro del modelo, lo que la hace poco significativa.
- La variable precio de la Tilapia (p_{ti}) también fue descartada del modelo por un muy bajo R^2 ajustado, porque su hipótesis nula no está siendo rechazada, lo que supone que la variable no es válida para explicar la variable P_{ch} . posee ausencia de homocedasticidad y porque posee su valor F no es significativo.
- Se eliminan del modelo los tipos de cambio de Noruega, Canadá y Brasil, por ser variables con doble causalidad.
- Se elimina el efecto fijo propuesto para los efectos anuales no observados. Puesto que solo sirve para validar el precio histórico del salmón, pero no así para un año que no todavía sigue en curso. Esta variable es reemplazada por la variable Year2, la cual representa la tendencia de aumento del precio para cada año.
- Los valores del efecto fijo por estacionalidad mensual son ingresados al modelo con valores absolutos.
- Finalmente se elimina la variable q_{br} , por ser una variable que es explicada por la variable p_{br} .

5. Resultados estadísticos del modelo mejorado

Luego de realizar las modificaciones al modelo, se vuelve a correr la regresión, junto con sus pruebas y test estadísticos. Los resultados son los siguientes:

Tabla 17

```
. regress pch lpch lpca lpnor lpbr qch qca qnor lnch year2
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 151		
Model	80.924331	9	8.99159233	F(9, 141) = 169.59		
Residual	7.47579337	141	.053019811	Prob > F = 0.0000		
Total	88.4001244	150	.589334162	R-squared = 0.9154		
				Adj R-squared = 0.9100		
				Root MSE = .23026		

pch	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lpch	.8629488	.1063814	8.11	0.000	.6526401	1.073257
lpca	.0420496	.0881677	0.48	0.634	-.1322519	.2163512
lpnor	.0192442	.0041191	4.67	0.000	.0111011	.0273874
lpbr	-.138841	.0409786	-3.39	0.001	-.219853	-.0578291
qch	-.0731674	.0244816	-2.99	0.003	-.1215658	-.0247689
qca	-.2730834	.1624487	-1.68	0.095	-.5942333	.0480666
qnor	-.0176765	.019255	-0.92	0.360	-.0557423	.0203892
lnch	-.0010617	.0004457	-2.38	0.019	-.0019428	-.0001806
year2	.0179683	.0165646	1.08	0.280	-.0147787	.0507153
_cons	1.920182	.3491589	5.50	0.000	1.229919	2.610445

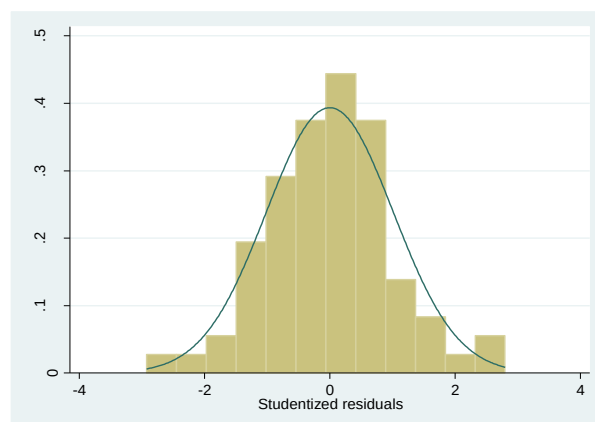
De la regresión anterior se puede mencionar que su R^2 ajustado de 0.9100, lo que quiere decir que las variables independientes explican un 91,00% de la variable dependiente (P_{ch}). Este resultado es idéntico al anteriormente expuesto, anterior a las modificaciones al modelo, lo que refleja que las variables descartadas, no presentaban una significancia importante al modelo propuesto. Con este descarte se mejora su tabla de colinealidad (bajo 10) y su distribución se acerca más a una distribución normal.

Tabla 18

. vif

Variable	VIF	1/VIF
lpch	18.78	0.053245
year2	10.42	0.095988
lpnor	9.37	0.106754
lpca	7.98	0.125245
lpbr	7.90	0.126591
qnor	4.51	0.221836
qch	3.20	0.312391
lnch	2.91	0.343641
qca	1.87	0.533719
Mean VIF	7.44	

Gráfico 39



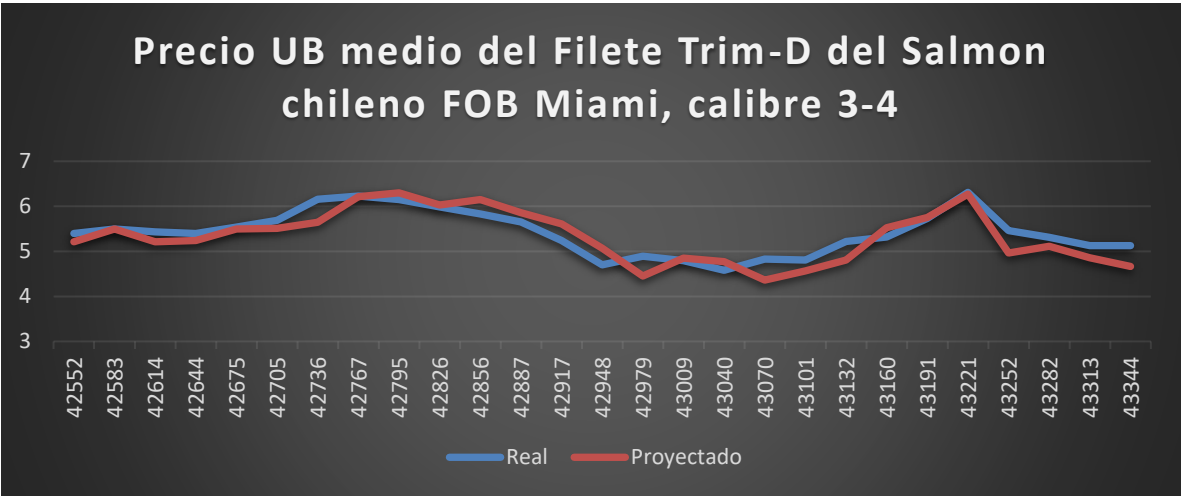
6. Modelo Econométrico Mejorado

A continuación, se describe el modelo econométrico mejorado para la proyección del precio UB Medio del filete Trim D, del salmón chileno FOB Miami, calibre 3-4.

$$\begin{aligned}
 f(Pch) = & \alpha + \beta_{ch} P_{ch} f(t-1) + \beta_{ca} P_{ca} f(t-1) + \beta_{nor} P_{nor} f(t-1) + \beta_{br} P_{br} f(t-1) \\
 & \beta_{ch} Q_{ch} f(t) + \beta_{ca} Q_{ca} f(t) + \beta_{nor} Q_{nor} f(t) + \\
 & \beta_{ch} n_{ch} f(t-1) + \beta_{Year2} + \omega_n + \varepsilon_t
 \end{aligned}$$

A continuación, se puede apreciar la gráfica de los últimos tres años donde se compara el precio real del salmón chileno en EEUU versus el precio que proyecta el modelo econométrico mejorado. De la gráfica se puede concluir que el modelo econométrico planteado se ajusta bien a la tendencia de mercado de los últimos tres años, incluso se puede apreciar que, en mayo – junio del 2018, el modelo proyectó la bajada de precio de 85 centavos que tuvo el salmón chileno en EEUU.

Gráfico 40



Fuente: Elaboración propia.

IX. CONCLUSIONES

A lo largo de esta investigación, se han encontrado diversas problemáticas estadísticas, como lo son la linealidad, colinealidad, ausencia de homocedasticidad, no rechazo de la hipótesis nula, entre muchas más, las que fueron corregidas mediante el descarte de algunas variables y a su vez con diversos métodos, test y pruebas estadísticas que ayudaron a eliminar estas problemáticas.

Logrado esto, se presenta un modelo econométrico mejorado que valida de buena forma el precio medio UB del salmón chileno FOB Miami, calibre 3-4, desde el año 2016 al 2018, siendo los últimos años una predicción muy acertada. Este modelo servirá para las proyecciones del precio del salmón en un corto plazo. Para poder utilizar el modelo como Forecast de corto plazo, el modelo econométrico propuesto se debe ir actualizando en sus datos mensuales, y corriendo la regresión mes a mes, para actualizar de esta forma los coeficientes betas.

A pesar que la prueba que válida si las variables son significativas para predecir la variable dependiente no se cumple teóricamente, para las variables precio de Canadá, Cosecha de Canadá, Cosecha de Noruega, puesto que poseen un valor $P > 0,05^{15}$, es importante destacar que especialistas del rubro salmonero (Kontali Analyse, 2018) y consultores especialistas (Hermosilla, 2016) recomiendan que dichas variables si sean utilizadas, por lo que estas variables no son descartadas del modelo.

Queda para una siguiente investigación analizar los residuales de las variables explicativas propuestas, puesto que podrían existir algunos que distorsionen los resultados finales. Lo mismo para variable del efecto de tendencia de aumento del precio por año, que puede estar afectada por alguna anomalía como lo es la crisis del virus ISA.

¹⁵ No se considera la variable Year2, puesto que no es una variable explicativa, si no la tendencia del aumento del precio por año, la cual reemplaza al efecto fijo de los efectos anuales no observados.

BIBLIOGRAFIA

Aqua, 2018. Los nuevos protagonistas de las dietas de salmón. *Aqua "Acuicultura + Pesca"*, abril(213), pp. 7-19.

Arce Jesam, D., Lizana Valdés, J. T. & Tagle Zañartu, P., 2016. *SALMONICULTURA CHILENA: ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA, PROPUESTAS DE POLÍTICA Y ESTABILIZACIÓN*, Santiago: s.n.

Asche, F., 2015. The Behavior of Operating Earnings in the Norwegian Salmon Farming Industry. En: *Aquaculture Economics & Management*. 19 ed. s.l.:s.n., pp. 301-3015.

Brooks, C., 2013. Commodity futures prices: More evidence on forecast power, risk premia and the theory of storage. En: *The Quarterly Review of Economics and Finance*. s.l.:s.n., pp. 73-85.

Cervera, D. N., 2010. *Plan de Negocios para la Creación de una Empresa Productora de Pescado en Ciudad del Carmen, Campeche*, s.l.: s.n.

Emol, 2018. *Industria salmonera capta a los millennials por los sueldos y calidad de vida en el sur*, 22 Octubre.

Emol, 2018. Más allá del cobre: ¿Cuáles son los productos que más exporta Chile?. 11 Enero.

Escobar Mercado, M., Fernández Macías, E. & Bernardi, F., 2012. *Análisis de datos con Stata*. 2da ed. Madrid: s.n.

Espitia, C. G. G., 2010. *El modelo de regresión lineal múltiple con Stata*, s.l.: s.n.

FAO , 2013. *"World Fisheries and Aquaculture"*, s.l.: s.n.

FAO, 2017. *FAOstat Food Balance Sheets*, s.l.: s.n.

Gauss, C., 1823. *Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae*. s.l.:s.n.

GLOBEFISH, 2016. *Demanda de tilapia firme, los precios se mantienen relativamente bajos*, s.l.: s.n.

Greene, W. H., 2000. *Econometric Analysis*. Fourth Edition ed. s.l.:Prentice Hall.

Gujarati, D., 2010. *Econometria*. quinta ed. s.l.:MCGRAW-HILL.

Hermosilla, M., 2016. *Predictive Econometric Modeling for the International Price of Chilean Salmon*, s.l.: Salmones Humboldt Limitada.

IndexSalmon, 2018. *Reporte de exportaciones de la industria salmonicultora chilena*, s.l.: s.n.

Karmasin, M. & Ribing, R., 2017. *Guía Para Elaborar Trabajos Academicos*. s.l.:panamericana.

Katz, J., 2010. *Creciendo en base a los recursos naturales, "tragedia de los comunes" y el futuro de la industria salmonera chilena*, s.l.: s.n.

- Kontali Analyse, 2018. *Kontali Production Update*, s.l.: s.n.
- Mankiw, G., 2002. *Principios de la Economía*. segunda ed. s.l.:s.n.
- Mardones, A. y otros, 2016. *Modelos econométricos explicativos de tendencias y del valor promedio (US\$/t) FOB Chile, de salmónes y trucha arco iris, a partir de fluctuaciones y factores externos*, s.l.: s.n.
- Marine Harvest, 2018. *Salmon Farming Industry Handbook*, s.l.: s.n.
- mendez, L. & Paulina, C., 2013. *Estimación Econométrica de las Funciones de Exportación e Importación para Chile*. s.l.:s.n.
- Messen, R., 2006. *ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DEL SALMÓN EN EL MERCADO AMERICANO Y JAPONÉS*. s.l.:s.n.
- Montero Granados, R., 2011. *Efectos fijos o aleatorios: test de especificación*, Granada España: s.n.
- Montero Granados, R., 2016. *Modelos de regresión lineal múltiple*, Granada, España: s.n.
- OECD-FAO, 2016. *Agricultural Outlook 2016-2025*, KontaliAnalyse, s.l.: s.n.
- Oglend, A., 2013. RECENT TRENDS IN SALMON PRICE VOLATILITY. En: *Aquaculture Economics & Management* . s.l.:s.n.
- Rabobank, 2019. *"Keeping Salmon at the Top of the Menu", How to Maintain the High Demand*, s.l.: s.n.
- Riquelme, M. J., 2018. El trabajo del salmón chileno en Brasil. *Salmonexpert periodo Enero-Febrero*, Enero-Febrero(57), pp. 32-35.
- Roll, K., 2013. *Measuring performance, development and growth when*. s.l.:s.n.
- SalmonChile, 2017. *Informe de Sustentabilidad Industria del Salmon*, s.l.: s.n.
- Santibañez, F., 2007. *Formulación de un modelo para la proyección del precio de cobre basado en los fundamentos del mercado minero*, s.l.: s.n.
- Sarmiento, E. M., 2008. *Predicción con series de tiempo y regresión*, s.l.: s.n.
- StataCorp, 2017. *Getting Started with Stata*. 15 ed. Texas: s.n.
- United Nations population data, 2017. *World Population Prospects: The 2017 Revision*, s.l.: s.n.
- Wooldridge, J. M., 2009. *Introducción a la Econometría, un enfoque moderno*. 4ta edición ed. s.l.:Cengage Learning.

Wooldridge, J. M., 2009. Introducción a la Econometría, un enfoque moderno. En: *Análisis de Regresión con datos de series de tiempo*. s.l.:Cengage Learning, pp. 339-442.

World Bank, 2013. *Fish to 2030*, s.l.: s.n.

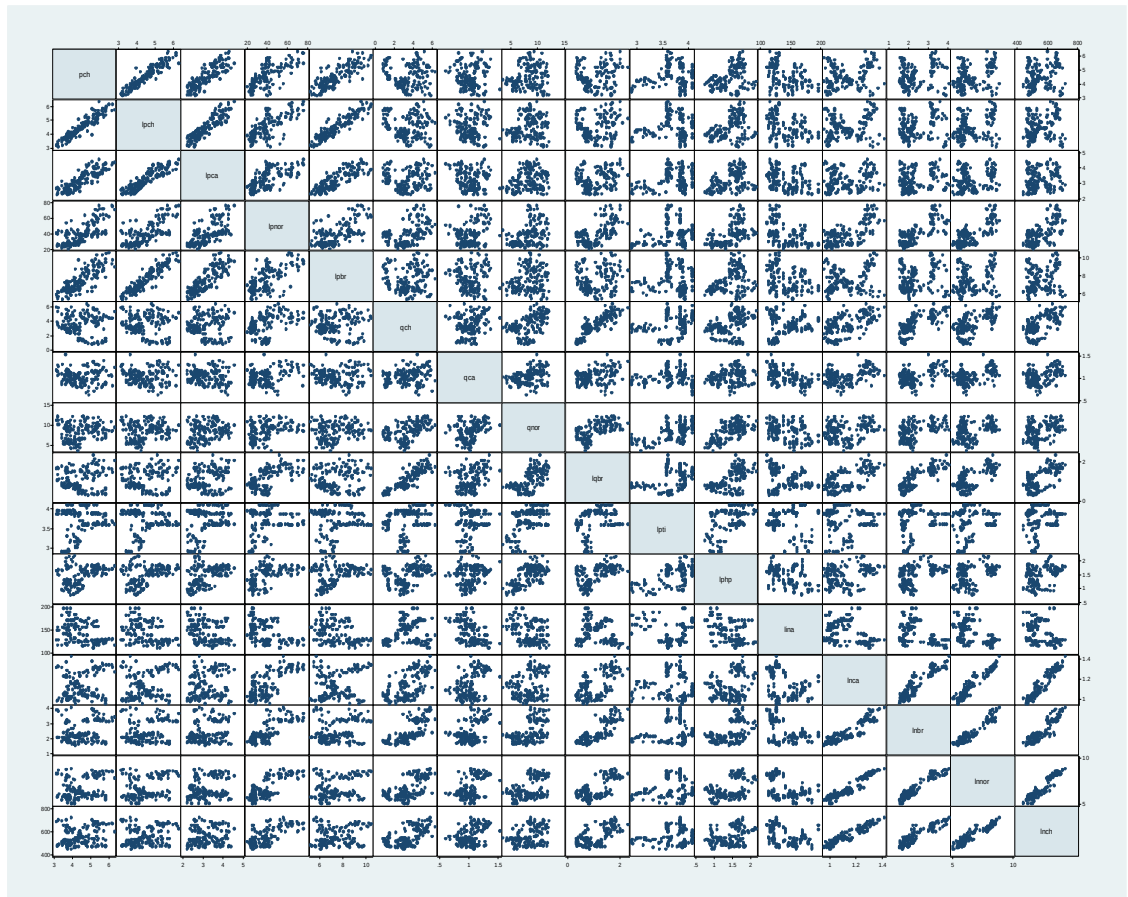
ANEXOS

Anexo 1

```
. correlate pch lpch lpca lpnor lpbr qch qca qnor lqbr lpti lphp lina lnca lnbr lnnor lnch
(obs=151)
```

	pch	lpch	lpca	lpnor	lpbr	qch	qca	qnor	lqbr	lpti	lphp	lina	lnca	lnbr
pch	1.0000													
lpch	0.9362	1.0000												
lpca	0.8550	0.8974	1.0000											
lpnor	0.7208	0.6916	0.6653	1.0000										
lpbr	0.8216	0.9249	0.8241	0.6431	1.0000									
qch	-0.0558	-0.0602	0.0874	0.4673	0.0031	1.0000								
qca	-0.0261	-0.0245	-0.1359	0.2945	0.0083	0.1779	1.0000							
qnor	0.0879	0.1239	0.2512	0.3628	0.2115	0.5021	0.3871	1.0000						
lqbr	0.1553	0.1367	0.2607	0.6363	0.1615	0.8764	0.3205	0.6422	1.0000					
lpti	0.0829	0.0858	0.2617	0.1734	0.0716	0.2591	0.0714	0.6011	0.3519	1.0000				
lphp	0.3697	0.3562	0.4345	0.5359	0.3723	0.3944	0.2058	0.6695	0.5849	0.5036	1.0000			
lina	-0.4016	-0.3923	-0.3421	-0.4916	-0.3595	0.1084	-0.4993	-0.3258	-0.1608	-0.1170	-0.4200	1.0000		
lnca	0.2446	0.2189	0.1717	0.7052	0.1979	0.6046	0.4064	0.2587	0.6404	0.0126	0.2610	-0.3706	1.0000	
lnbr	0.2296	0.2032	0.2230	0.7636	0.2056	0.7417	0.4706	0.4835	0.8212	0.1441	0.4646	-0.3989	0.9174	1.0000
lnnor	0.2981	0.2793	0.2297	0.7779	0.2733	0.6076	0.4680	0.4067	0.6988	0.0945	0.4333	-0.4817	0.9556	0.9504
lnch	0.1995	0.1913	0.1784	0.6827	0.1924	0.6149	0.3800	0.3643	0.6486	0.1367	0.3390	-0.3776	0.9518	0.9088
		lnnor	lnch											
lnnor		1.0000												
lnch		0.9425	1.0000											

Anexo 2



Anexo 3

```
. xtdescribe                                /*Descripcion de los datos*/

pch:  3.125, 3.1689999, ..., 6.31          n =      138
mes:  1, 2, ..., 12                       T =      12
      Delta(mes) = 1 unit
      Span(mes)  = 12 periods
      (pch*mes uniquely identifies each observation)

Distribution of T_i:  min      5%      25%      50%      75%      95%      max
                    1         1         1         1         1         2         3

      Freq.  Percent  Cum. | Pattern
-----|-----
      12      8.70   8.70 | ....1.....
      12      8.70  17.39 | ...1.....
      12      8.70  26.09 | .1.....
      12      8.70  34.78 | 1.....
      11      7.97  42.75 | .....1...
      11      7.97  50.72 | .....1...
      11      7.97  58.70 | ..1.....
      10      7.25  65.94 | .....1....
       9      6.52  72.46 | .....1.
      38     27.54 100.00 | (other patterns)

      138     100.00 | XXXXXXXXXXXX
```