



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Programa de Magister en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente



**Interacciones Económicas y Ambientales entre
la Salmonicultura y la Pesca Artesanal:
Una Aplicación al Fiordo de Reloncaví**

Ignacia María Benitez Lavado
CONCEPCION-CHILE
12 de septiembre de 2014

Tesis para optar al grado de Magister en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente

Profesor Guía: Miguel Angel Quiroga, Ph.D.
Depto de Economía, Facultad de Cs. Económicas y Administrativas
Universidad de Concepción
Profesor Co-Guía: Hugo Salgado Cabrera, Ph.D.
Facultad de Económica y Negocios
Universidad de Talca

Gracias

“A toda mi Familia por su Apoyo Incondicional”



Índice general

	Página
Tabla de Contenidos	III
Lista de Tablas	V
Lista de Figuras	VI
Chapter	
Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
2. Objetivos	6
2.1. Objetivo General.	6
2.2. Objetivos Específicos.	6
2.2.1. Objetivo Especifico 1	6
2.2.2. Objetivo Especifico 2	6
2.2.3. Objetivo Especifico 3	6
3. Revisión de Literatura	7
3.1. Modelo Bioeconómicos para la Acuicultura	7
3.1.1. Interacción Biológica y Económica	8
4. Aplicación Fiordo de Reloncaví	10
4.1. Caracterización Área de Estudio	10
4.1.1. Sector Miticultor	11
4.1.2. Sector Salmonicultor	13
4.1.3. Sub-cuencas	13
5. Metodología	20
5.1. Sub-Modelo:Sector Salmonicultor	21
5.2. Sub-Modelo: Sector Miticultor	22
5.2.1. Captación de Semilla.	23
5.3. Sub-Modelo: Mercado del Trabajo.	27
6. Base de Datos	31
7. Resultados	34
7.1. Sub-Modelo: Salmonicultura	34

7.2. Sub-Modelo: Sector Miticultor	35
7.2.1. Interacciones Ambientales en el Fiordo de Reloncaví	35
7.2.2. Captación de Semilla de Mytilus Chilensis	36
7.3. Sub-Modelo: Mercado del Trabajo	39
8. Conclusiones	46
Referencias	48



Lista de Tablas

4.1. Cosechas del Total Centros de Cultivos operando, Sub-cuenca de Cochamó (Ton)	15
4.2. Cosechas del Total Centros de Cultivos operando, Sub-cuenca de Puelo (Ton)	16
4.3. Cosechas del Total Centros de Cultivos operando, Sub-cuenca de Mariamelli (Ton)	18
4.4. Cosechas del Total Centros de Cultivos operando por sub-cuenca (Ton)	19
6.1. Descripción de las variables asociadas a la función de producción salmonícola	32
6.2. Descripción de las Variables asociadas a la Función de Producción de Captación de Semillas de Chorito	33
7.1. Estimación Robusta (MCG) -Función de Producción Salmonícola	34
7.2. N° de individuos por sub-cuenca 2011 final del ciclo productivo	35
7.3. Materia Orgánica por sub-cuenca (Toneladas)	36
7.4. Resultados Pruebas Estadísticas	37
7.5. Estimación Robusta-Función de Producción Captación de Semillas de Chorito	37
7.6. Tasas de Crecimiento Acumulada de F , MO y h derivadas del aumento % del stock de capital K^F	42
7.7. Tasas de Crecimiento Acumulada de F , MO y h derivadas del aumento % del stock de capital K^F	44

Lista de Figuras

4.1. Fiordo de Reloncaví	10
4.2. Líneas de Cultivo- Sector Isla Marimelli	12
4.3. Balsa Jaulas- Actividad Salmonícola	13
4.4. Sub-cuencas Fiordo de Reloncaví	14
4.5. Uso Borde Costero:Sub-cuenca Cochamó	15
4.6. Uso Borde Costero:Sub-cuenca Puelo	16
4.7. Uso Borde Costero:Sub-cuenca Mariamelli	17
4.8. Uso Borde Costero:Sub-cuenca Boca	18
7.1. Impacto de un aumento % del stock de capital (\$) sobre Producción Salmonícola (F), Materia Orgánica (MO) y Captación de Semillas (h) (Tasas de Crecimiento)	40
7.2. Impacto de un aumento % del stock de capital (\$) sobre Producción Salmonícola (F), Materia Orgánica (MO) y Captación de Semillas (h) (Tasas de Crecimiento Acumulada)	40
7.3. Impacto de un aumento % del stock de capital (\$) sobre PMG_{L^h} y PMG_{L^F} (Porcentaje de Variación)	43
7.4. Impacto de un aumento % del stock de capital (\$) sobre PMG_{L^h} y PMG_{L^F} (Porcentaje de Variación Acumulada)	43

Resumen

Se desarrolló un modelo bioeconómico para analizar las interacciones económicas y ambientales entre la actividad acuícola y la pesca artesanal asociada a la captación de semillas de chorito que se lleva a cabo en el fiordo de Reloncaví. Entendiéndose por interacciones económicas los efectos que el desarrollo de ambas actividades productivas tiene sobre las variables de empleo y producción de estos sectores. Y por interacciones ambientales el efecto que tiene la actividad acuícola sobre la actividad de captación de semilla chorito, en términos de alimentos no consumidos (nutrientes). El modelo bioeconómico se compone de 3 sub-modelos; El primer sub-modelo caracteriza la producción salmonícola, el segundo sub-modelo caracteriza la actividad de captación de semilla de chorito en el Fiordo, incorporando un parámetro medio ambiental. Este parámetro ingresa a la caracterización de dicho sector, como un insumo no deseado. Este insumo es consecuencia de la actividad salmonícola desarrollada en áreas aledañas a la actividad de captación de semilla, como alimentos no consumidos. Y el tercer sub-modelo simula la dinámica de los mercados de trabajo de ambos sectores productivos como consecuencia de una variación de la variable exógena de capital de la actividad salmonícola en el Fiordo. La producción de salmónes y de captación de semillas de chorito fueron descritas por una función de producción del tipo Cobb-Douglas. Los resultados del modelo muestran una relación positiva entre la captación de semilla y el alimento no consumido derivado de la actividad salmonícola en el Fiordo. Los resultados de las simulaciones que estudian el impacto que tiene un aumento de capital de la actividad salmonícola sobre la producción salmonícola, la producción de captación de semilla y el nivel de empleo agregado referido al empleo de los sectores salmonícola y captador de semilla, sugiere un incremento positivo en éstas variables en distintas magnitudes. Se enfatiza la importancia de contar con estadísticas del sector productivo captador de semillas en el país, para estudiar el desarrollo sustentable de este sector. La investigación presenta evidencia que existen importantes interacciones ambientales y económicas entre estos sectores, por lo que es necesario avanzar hacia un análisis integrado de estos, para promover el desarrollo sustentable de las comunidades del Fiordo de Reloncaví.

Abstract

A bio-socio-economic model was developed to analyze the economic and environmental interactions between the aquaculture activity and artisanal fisheries related to the seed settlement of *Mytilus Chilensis* that is realized in the Reloncaví Fjord. Meaning by economic interactions the effects of the action of both productivities activities has on the employment and production variables of this sectors. And for environmental interactions the effect that has the aquaculture activity on the seed settlement activity, in terms of the uneaten food pellets (nutrients).The bioeconomic model consists in 3 submodels; The first model characterized the salmoniculture production, the second model characterized the seed settlement activity in the fjord, incorporating an environmental parameter. This parameter enters the the characterization of this sector, as an unwanted input.This input is a consequence of the aquaculture activity in surrounding areas to the seed settlement, as uneaten food pellets.The third submodel simulates the dinamic of labour force of both productive activities as a result of a variation in the exogenous variable of capital in the aquaculture activity in the Fjord.Aquaculture and settlement of mussels production in the Fjord were described by a standard Cobb-Douglas production function. The results of the model show a positive relationship between seed settlement and the uneaten food pellets derivative from the aquaculture activity in fjord. The simulations results investigating the effect of an increase in the capital of the aquaculture activity on the aquaculture production, seed settlement production and the aggregate labour force that comprise aquaculture and seed settlement labor, suggested a positivie increases in this variables in differents magnitudes.The importance of having stadistics in the productive sector of seeds settelment of mussels in the country is emphasised, to study the sustainable development of this sector.The research presented evidence that there are significant economic and environmental interactions between these sectors, therefore, it is necessary to advance into the integrated analysis of these, to promote the sustainable development of the communities in the Reloncaví Fjord.

Capítulo 1

Introducción

Actualmente, la acuicultura está bajo estricto escrutinio público con el fin de compatibilizar el desarrollo económico/social con la conservación del patrimonio ambiental Buschmann *et al.* (2013). Se sabe que la acuicultura marina en Chile posicionó al país mundialmente entre los 10 mayores productores, y como primer productor del mundo occidental Buschmann *et al.* (2013). El país posee condiciones ambientales favorables para realizar un desarrollo acuícola considerable, toda vez que los recursos pesqueros están siendo cada vez más escasos tanto a nivel nacional como mundial (Jackson *et al.* (2001), Pauly *et al.* (2002), B.Worm *et al.* (2009), Delgado *et al.* (2003)), por lo que la acuicultura jugará un rol clave en el abastecimiento de la creciente demanda mundial y nacional por productos del mar.¹

La salmicultura y la mitilicultura² son las principales ramas de la acuicultura desarrolladas en el país. Ambas actividades productivas son desarrolladas en un mismo cuerpo de agua compitiendo sobre el uso del borde costero.

En Chile es la Región de los Lagos la que concentra la mayor cantidad de centros de cultivo, en un radio de 300 km² en zonas interiores de Chiloé, en la desembocadura del Reloncaví y áreas aledañas (J.Katz *et al.* (2011))³. Además en esta zona⁴, se concentra el 99% de la producción de *Mytilus Chilensis*, la cual se sustenta de la captación de larva pediveliger desde el medio natural (M.Avendaño *et al.* (2011); Fishing Partners Ltda (2005)). Un factor determinante para el éxito del cultivo de choritos es la disponibilidad de una fuente natural de captación de semillas (Lander *et al.* (2010)).

¹Las desconocidas condiciones oceanográficas, capacidades de carga de los cuerpos de agua, la falta de gasto en *I&D*, un marco regulatorio rezagado en relación al desarrollo del sector y la no existencia de estadísticas de desembarque de semillas de Chorito, dificultan el desarrollo sustentable de la Acuicultura. Según el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) solo posee información respecto a la número de líneas autorizadas de captación de semillas desde Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB) y desde Concesiones Acuícolas (CA). Por su parte la Subsecretaría de Pesca, posee información respecto al número de líneas de captación de semillas desde las áreas autorizadas a su colocación a través de los Permisos de Escasa Importancia (PEI). Estas estadísticas subreportan los verdaderos valores de desembarque de semillas de Chorito en el País.

²Cultivo de mitílidos

³“Son los mares interiores, los fiordos y los canales ofrecen condiciones medio ambientales ideales para el cultivo del Salmón” Soto *et al.* (2004) y J.Katz *et al.* (2011)

⁴Aguas interiores de Chiloé.

Entre las preocupaciones respecto de los efectos que la salmonicultura tiene sobre los cuerpos de agua y las distintas actividades productivas que se desarrollan en éste, se encuentran⁵:

- *“El aumento acelerado de la densidad de siembra en una franja muy reducida de superficie costera y el deterioro que se observa en materia de bio-seguridad y sustentabilidad medio ambiental estarían reflejando un claro fenómeno de sobrecarga del recurso y la falta de comprensión de la densidad de carga que el mismo admite dadas las condiciones locales,”* ,J.Katz et al. (2011).
- *“A nivel local la proliferación de alimentos no consumidos, heces y antibióticos resultantes de las perturbaciones físicas, químicas y biológicas de los sedimentos bajo las jaulas de Salmón y el nivel de impacto está relacionado con el volumen de producción , batimetría local y los patrones de la microcirculación.Los residuos sólidos tienden a acumularse en el fondo, formando “Sombras” bajo las jaulas con efectos substanciales en la biota a escala local. Cambios químicos resultantes de la actividad acuícola se han observado en niveles locales de amoníaco, nitrógeno, fósforo, carbono y partículas de materia orgánica. Producto de ello, se ha registrado un 50% menor de diversidad en las especies.”* Soto et al. (2004)

En la industria mitilícola existe incertidumbre respecto a la grave escasez de semillas de Choritos (*Mytilus Chilensis*) (Subpesca, AmiChile). Entre las posibles causas de este fenómeno, se encuentra la escasez de alimento para sustentar la fijación larvaria o la generación de competencia por el alimento, al tener centros de engorda de salmonideos en lugares eminentemente de captación de semillas (Asociación de Cultivadores de Moluscos de Calbuco, 2012).

El dinámico crecimiento de la industria ha generado un importante impacto positivo sobre el empleo en la Región de los Lagos, que entre el periodo de 1987 – 2003 era una de las regiones más pobres del país, presentando una reducción de la pobreza superior a un 50 % en años posteriores, caracterizándose por tener el coeficiente de Gini más alto del país cercano al 0,6 (R.O’Ryan et al. (2010)).

En este contexto, es necesario estudiar la interacción entre la salmonicultura y la mitilicultura desarrolladas en un mismo cuerpo de agua, generando una herramienta para la toma de decisiones respecto al uso del borde costero, evaluando el impacto que tiene la actividad salmonícola sobre la actividad de captación de semillas de chorito, considerando los impactos medioambientales y socioeconómicos que se generan por dicha interacción, los cuales no han sido considerados en la discusión pública hasta el momento.

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de las interacciones ambientales y económicas

⁵La aparición y rápida difusión del ISA en julio del 2007 ⁶,ratificó las preocupaciones ambientales acerca de una industria salmonícola no sustentable ni ambiental ni socialmente.

entre el sector salmonícola y mitilícola (captación de semillas de choritos)⁷, en el Fiordo de Reloncaví, Región de los Lagos.

El presente documento consta de siete capítulos. En el capítulo 2 se presenta el objetivo general y los específicos de la investigación. En el capítulo 3 se presenta la revisión de literatura. En el capítulo 5 se desarrolla el capítulo de Aplicación Fiordo de Reloncaví. En el capítulo 4 se desarrolla la metodología. El capítulo 6 presenta y describe la base de dato. El capítulo se muestran los resultados de la investigación. Finalmente, en el capítulo 8 , se exponen las conclusiones.



⁷Ambas actividades productivas comparten y compiten por el uso del borde costero y se desarrollan en un mismo cuerpo de agua.

Capítulo 2

Objetivos

2.1. Objetivo General.

Evaluar el efecto de las interacciones ambientales y productivas entre el sector salmonícola y mitícola en el Fiordo Reloncaví y el impacto en el mercado de trabajo.

2.2. Objetivos Específicos.

2.2.1. Objetivo Especifico 1

Caracterizar la producción de la actividad salmonícola en el Fiordo de Reloncaví.

2.2.2. Objetivo Especifico 2

Caracterizar la producción de la actividad de captación de Semilla en el Fiordo de Reloncaví, considerando el desarrollo de la actividad salmonícola en el Fiordo Reloncaví.

2.2.3. Objetivo Especifico 3

Analizar el impacto sobre el empleo agregado que se genera en los sectores productivos Salmonícola y Mitícola, de un incremento en la actividad Salmonícola por el aumento en la variable exógena de capital, en el Fiordo de Reloncaví.

Capítulo 3

Revisión de Literatura

El término Bioeconomía posee diferentes significados dependiendo de la disciplina y el área de interés específico de estudio (Allen *et al.* (1984)). En términos generales, un modelo bioeconómico está compuesto por un modelo biológico, que describe el sistema de producción y un modelo económico, que relaciona el sistema de producción con precios de mercado y limitaciones de los recursos (Cacho (1997)). Por otra parte se identifica a los modelos bioeconómicos, como aquellos que utilizan modelos conceptuales y matemáticos para predecir los impactos en forma transversal sobre los límites en distintas disciplinas (ecología y socioeconomía)(Battista *et al.* (2012)).

En la acuicultura, los modelos económicos permiten un acercamiento metodológico para estudiar las interacciones entre componentes biológicos, físicos, tecnológicos, económicos e institucionales e identificar las relaciones claves entre éstos.

Este capítulo aborda en su primera sección 3.1 distintas investigaciones respecto a modelos bioeconómicos para la acuicultura. En la subsección 3.1.1 se profundiza en los modelos biológicos desarrollados como parte de un modelo bioeconómico para la acuicultura, haciendo énfasis en las relaciones biológicas objeto de análisis bajo la presente investigación y la literatura relacionada al mercado laboral del sector salmonicultor y mitilicultor.

3.1. Modelo Bioeconómicos para la Acuicultura

La literatura sobre acuicultura es amplia, los autores Onal *et al.* (1991), Bjordal *et al.* (2004), S. Gilbert *et al.* (1996) y Shaftel & B. Wilson (1990), utilizan modelos bioeconómicos analizando el manejo óptimo de este recurso.

Investigaciones como Sylvia *et al.* (1996), McCausland *et al.* (2006) y Battista *et al.* (2012), se enfocan en la optimización de la producción y en la preservación de la integridad medio-ambiental y/o mejorar los niveles de empleo.

Autores como A. Buschmann *et al.* (2009), James (2009), Arrow *et al.* (1995), Beveridge *et al.* (1994) y Folke & Kautsky (1989) han reconocido que la salmonicultura tiene influencia e impactos sobre el ecosistema marino y su biodiversidad, que su utilización indiscriminada, reduce las futuras posibilidades

de generar material productivo, por lo que es necesario incorporar en los criterios de producción los límites y capacidades de carga de los medios naturales.

En Chile, una de las primeras aproximaciones en este sentido se desarrolló en el marco del Proyecto FIP 2007-21 (2007), dónde se determinó las capacidades de carga para la engorda de Choritos (mitilicultura) y cultivo de salmonideos (salmonicultura) en el Fiordo de Reloncaví, Región de los Lagos, utilizando datos oceanográficos de la zona.

Por su parte Anderson (1985) estudia la interacción entre el cultivo de salmón y las pesquerías de libre acceso bajo distintos escenarios de política regulatoría, concluyendo que el manejo cooperativo entre ambos sectores productivos puede ser rentable.

3.1.1. Interacción Biológica y Económica

Existe escasa literatura al respecto que estudie la interacción biológica y económica entre el cultivo de salmonideos y la actividad productiva de captación de Semilla de Chorito.

C.Miller (2004) señala que entre los impactos significativos medio-ambientales generados por la salmonicultura¹sobre los ecosistemas marinos esta la contaminación por nutrientes. Los nutrientes (especialmente carbono, nitrógeno y fósforo), la luz solar y el oxígeno son los tres componentes primordiales para la construcción de producción primaria de plantas marinas como fitoplancton y algas. Cuando los productores primarios marinos² están nutriente-limitados, su productividad está limitada por la disponibilidad de un nutriente individual. Los productores marinos primarios por lo general requieren carbono, nitrógeno, y fósforo en un radio de 106 : 15 : 1 en orden de reproducirse y crecer.

Desde los centros de cultivos de salmonideos es liberado nitrógeno al medio ambiente marino, principalmente desde los alimentos no consumidos (pellets) y fecas de salmón (Battista *et al.* (2012)).El radio de C:N (relación carbono nitrógeno) de 5 : 6 encontrado en las fecas de salmón, demuestra la contribución de los centros de cultivo al aumento en las concentraciones de Nitrógeno (N) en el medio ambiente marino que puede estimular la productividad primaria.

La productividad primaria estimulada por el enriquecimiento de nitrógeno (*N*) desde los centros de cultivo puede llevar a una cadena de procesos que pueden afectar la estructura ecológica de la riqueza del medio ambiente marino, generando impactos adversos en la biota marina. Tales cambios en la configuración de las especies, a su vez puede tener impactos adversos sobre los recursos de los cuales los seres humanos dependen para su sustento, incluyendo las especies de pesquerías tradicionales y animales bentónicos³ como

¹ Acuicultura enfocada en el cultivo de Salmones.

² Los productores primarios son organismos que hacen entrar la energía en los ecosistemas

³ La abundancia y diversidad en especies generalmente declina con el aumento de la escasez de oxígeno (Goldbug *et al.* (2001)).

moluscos (Battista *et al.* (2012)).

Los *Mytilus Chilensis* es una especie de molusco bivalvo filtrador consumidor primario. Mazzola & Sara (2001) estableció a través del estudio de seguimiento para el *Mytilus edulis*, que este tipo de cultivo explota las fuentes de alimento antropogénicas disponibles en los centros de cultivo de salmonídeos cercanos. El aumento en la oferta de alimento natural promueve un mayor crecimiento en esta especie durante su cultivo (Wallace (1980) ;Jones & Iwama (1991);Lefebvre *et al.* (2000)). Así lo verificó Lander *et al.* (2010) concluyendo que un aumento en los alimentos administrados a las especies salmonídeas causará un aumento posterior en pérdidas de partículas a los alrededores, a su vez, aumentará la oferta de alimento (nutrientes) para las larvas de *Mytilus edulis*⁴ en Canadá.

El debate central respecto a los impactos que genera la salmicultura, en términos de contaminación por nutrientes, sobre el ambiente marino y la actividad de captación de semilla de chorito es incierto, la revisión literaria descrita anteriormente evidencia la existencia de dos corrientes. Entre las cuales se encuentra el análisis teórico que expone los efectos negativos, mientras la evidencia empírica señala los efectos positivos, dejando abierta la posibilidad que el cultivo de especies salmonídeas pueda afectar tanto positivamente como negativamente la captación de semillas de chorito.

Por su parte la literatura respecto a las interacciones económicas referidas a los mercados del trabajo de los sectores productivos del cultivo de salmonídeos y la captación de semillas de chorito es escasa. Las investigaciones se han centrado en estudiar las interacciones entre los mercados laborales del sector acuícola con el sector pesquero tradicional. La investigación de McCausland *et al.* (2006) a través de simulaciones estudió los efectos que regulaciones estrictas tienen sobre el empleo en el sector acuícola y el sector pesquero, evidenciando la importancia que tiene la acuicultura como fuente alternativa de generación de empleos. Mientras R.Naylor *et al.* (2000) y Garcia (2005) postulan la posibilidad de declinación de los stock de pesquerías tradicionales debido al cultivo de especies carnívoras por la acuicultura, lo cual tendría consecuencias sobre el mercado laboral de las pesquerías tradicionales. A su vez distintos autores abordan en forma separada la calidad de empleos que genera tanto la industria salmicultora como la industria mitilicultora en el país (Díaz (2010),J.Katz *et al.* (2011)).

⁴Blue Mussels

Capítulo 4

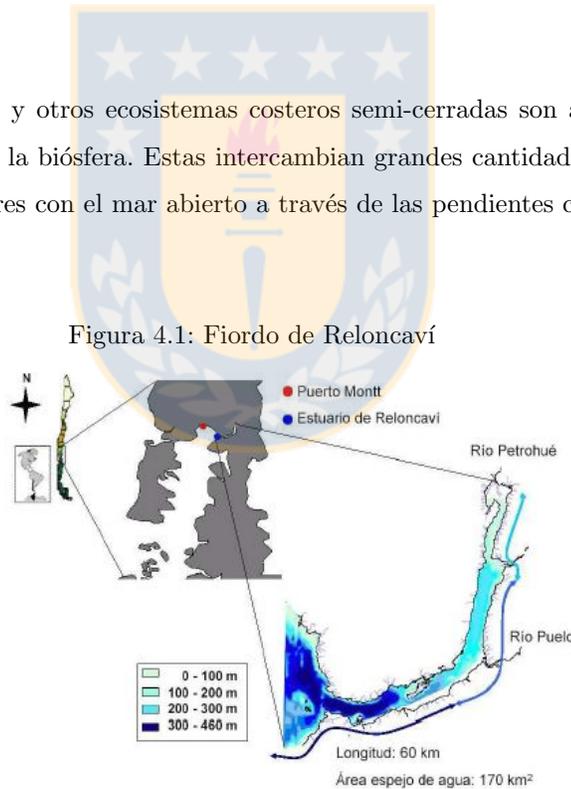
Aplicación Fiordo de Reloncaví

El presente capítulo tiene por objetivo caracterizar el área de estudio y presentar los niveles de sobrecarga de la actividad salmonícola en el área.

4.1. Caracterización Área de Estudio

El Fiordo de Reloncaví se localiza en la Región de los Lagos, en la comuna de Cochamó en la Provincia de Llanquihue.

Los “Fiordos y Estuarios” y otros ecosistemas costeros semi-cerrados son algunas de las áreas más biogeoquímicamente activas en la biósfera. Estas intercambian grandes cantidades de materias y energías y conectan los sistemas terrestres con el mar abierto a través de las pendientes continentales Iriarte *et al.* (2010).



Fuente: Proyecto FIP 2007-21 (2007)

Es en esta área que se concentran distintas actividades económicas, en las que se encuentra la: pesquería extractiva, captación de semillas de chorito, actividad turística, cultivos de salmonideos y otros.

4.1.1. Sector Miticultor

Varias condiciones ambientales (circulación, temperatura, disponibilidad de alimento, entre otros) hacen del Fiordo una de las áreas de retención de larvas de choritos más importantes del Sur de Chile (Moreno & Vasquez (2013)).

A principios de los años 90 los Pescadores Artesanales del Fiordo de Reloncaví, se transformaron en cultivadores de mitílidos. En particular en captadores de semilla de la especie denominada Chorito Chileno (*Mytilus Chilensis*), en la actualidad denominada por razones de mercado Mejillón Chileno (Saavedra & Macías (2012)).

La captación de semillas se realiza exclusivamente desde el medio natural, principalmente en los meses comprendido desde octubre a marzo (Figueroa & Dresdner (2014)). El fiordo del Reloncaví concentra sobre el 70 % de la captación de semillas en la Región de los Lagos (Leiva *et al.* (2007)).

La captación de semilla en el Fiordo, se realiza por medio de tres figuras posibles de abastecimiento:

- Concesión de Acuicultura
- Áreas de Manejo (AMERBs) de la Pesca Artesanal
- Permisos de Escasa Importancia (PEI)¹

De acuerdo a estadísticas manejadas por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), en la Región de los Lagos no se dispone información de autorización de instalación de colectores de semillas choritos en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) en años anteriores al 2011². El año 2011 se autorizó la instalación de 104,000 colectores a 4 Sindicatos de Pescadores Artesanales del

¹ Autoriza el uso particular de bienes nacionales de uso público o bienes fiscales, a personas naturales o jurídicas. El permiso se emite a través de una resolución que faculta a su beneficiario a realizar las siguientes actividades:

- Extracción de materiales varios que se encuentren en las áreas sujetas a fiscalización y control del Ministerio de Defensa Nacional o Subsecretaría de Marina.
- Instalación temporal de carpas u otras construcciones desarmables.
- Avisos de propaganda.
- Boyas y atracaderos para embarcaciones menores.
- Colectores de semillas.
- Balsas para bañistas y boyarines destinados a delimitar áreas de recreación..

² A pesar que desde el año 2005 en adelante está permitido desarrollar actividades de acuicultura en las AMERB.

Fiordo de Reloncaví, mientras que el año 2012 se autorizó la instalación de 220,000 colectores a 5 sindicatos de Pescadores Artesanales.

En la comuna de Cochamó el año 2010 se autorizaron 24 Permisos de Escasa Importancia (PEI), correspondientes a un número de 779,500 colectores, el año 2011 fueron autorizados 26 PEI(661,500 colectores) y el año 2012 sólo fueron autorizados 10 PEI (296,000)(Fundación Chiquihue (2012)).

En el año 2011 se identificó en el Fiordo de Reloncaví 158 sitios de centros de cultivos de choritos, dedicados exclusivamente a la captación de semillas de mejillón Chileno (Fundación Chiquihue (2012)).

Figura 4.2: Líneas de Cultivo- Sector Isla Marimelli



Fuente:Elaboración Propia

4.1.2. Sector Salmonicultor

La salmonicultura en el Fiordo de Reloncaví, se caracteriza por centros de cultivo tipo, con jaulas de 20×20 mts de área y 20 mts de profundidad dispuestas en 2 filas de 14 jaulas cada una, ubicadas a una profundidad de 30 mts y orientada en forma paralela al eje del fiordo Proyecto FIP 2007-21 (2007).

Figura 4.3: Balsas Jaulas-Actividad Salmonícola



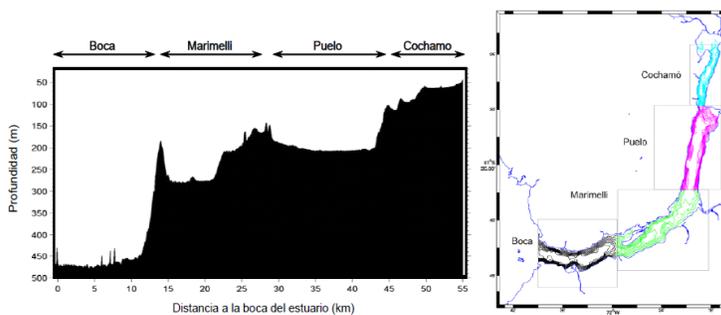
Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Sub-cuencas

En el borde costero del Fiordo de Reloncaví se emplazan 13 localidades costeras: Llaguepe, Yates, Río Puelo, Cascajal, Pucheguin, Cochamó, el Bosque, Ralún, Pocohiuén, Sotomó, Isla Mariamelli, Caleta La Arena y Puelche y se emplazan 6 caletas pesqueras artesanales con Decreto Supremo (DS) Caleta Sotomó, Caleta Río Puelo, Caleta Cascajal, Caleta Ralún, Caleta Puelche y Caleta La Arena.

En el litoral del Fiordo se encuentran; la Bahía Martín, Bahía Chaparano, Bahía Sotomó, Bahía Cochamó y la Bahía Ralún. El Fiordo se caracteriza por tener 4 sub-cuencas; Cochamó, Puelo, Mariamelli y Boca.

Figura 4.4: Sub-cuencas Fiordo de Reloncaví



Fuente: Proyecto FIP 2007-21 (2007)

El desarrollo de distintas actividades productivas en el borde costero del Fiordo de Reloncaví, genera conflictos de interés, en relación al uso alternativo del fiordo y de las áreas en que se desarrollan la salmonicultura y la captación de semilla de choritos Zuñiga & Sfeir (2005). La sobreexplotación de la salmonicultura ha afectado las condiciones medioambientales del agua, generando efectos negativos a las distintas actividades económicas desarrolladas en el borde costero.

El proyecto Proyecto FIP 2007-21 (2007) realizó estimaciones de capacidad de carga para cada sub-cuenca del fiordo de Reloncaví. Las estimaciones de capacidad de carga fueron realizadas utilizando el criterio del parámetro ambiental crítico de disponibilidad de oxígeno para el bentos.

Sub-cuenca de Cochamó , corresponde a la cabeza del Fiordo y se caracteriza por una profundidad que aumenta de aproximadamente 35 mts en la cabecera a 110 mts en su extremo sur, cerca de Cochamó, donde se une con la sub-cuenca de Puelo. La disparidad entre las distintas sub-cuencas se evidencia en la diferencia entre parámetros ambientales Proyecto FIP 2007-21 (2007), presentando una productividad primaria y biomasa fitoplanctónica menor al resto de las subcuencas González *et al.* (2010).

En la sub-cuenca Cochamó se desarrollan las actividades productivas de cultivos de salmonideos y de captación semilla de Choritos en áreas contiguas, compitiendo y compartiendo el uso del borde costero.

Figura 4.5: Uso Borde Costero:Sub-cuenca Cochamó



Fuente: Elaboración Propia

Para la subcuenca de Cochamó se determinó que si los centros se orientan en un ángulo de al menos 20° respecto a la corriente principal, se podría mantener un total de 1.500 toneladas de biomasa viva en el agua Proyecto FIP 2007-21 (2007).

A continuación se presenta las series de cosechas anuales para la subcuenca de Cochamó de los centros de cultivo operando entre los años 2008 – 2012:

Cuadro 4.1: Cosechas del Total Centros de Cultivos operando, Sub-cuenca de Cochamó (Ton)

Producción Total	2008	2009	2010	2011	2012
Subcuenca Cochamó	-	1.829,06	1.921,02	-	1.734,23

Fuente: Estadísticas de SERNAPESCA

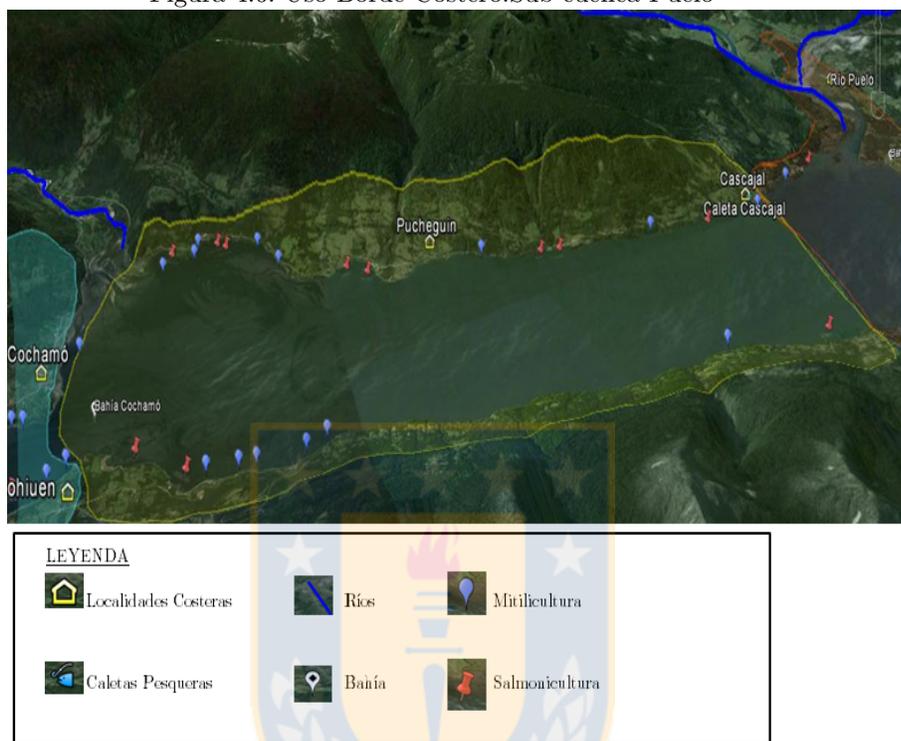
A partir de las estadísticas de cosechas anuales de cultivos de salmonideos en la subcuenca (ver tabla 4.1) se puede observar que ésta sobrepasa las capacidad de carga estimada en Proyecto FIP 2007-21 (2007).

Sub-cuenca de Puelo se extiende desde Cochamó (zona donde el fiordo reduce su ancho significativamente) hasta las cercanías de la desembocadura del río Puelo. Su profundidad típica en el eje del Fiordo

fluctúa entre 180 y 195 mts y su ancho típico es de 3 km.

En la presente sub-cuenca se desarrollan las actividades productivas de cultivo de salmonideos y de captación de semillas de choritos (*Mytilus Chilensis*), como se detalla a continuación:

Figura 4.6: Uso Borde Costero:Sub-cuenca Puelo



Fuente: Elaboración Propia

En el caso de la subcuenca de Puelo, se estimó que la biomasa viva en el agua no debería sobrepasar las cerca las 2.000 toneladas de cultivos de salmonideos (Proyecto FIP 2007-21 (2007)).

A continuación se presenta las series de cosechas anuales para la subcuenca de los centros de cultivo operando entre los años 2008 – 2012:

Cuadro 4.2: Cosechas del Total Centros de Cultivos operando, Sub-cuenca de Puelo (Ton)

Producción Total	2008	2009	2010	2011	2012
Subcuenca Puelo	10.294,79	5.936,88	17.521,75	2.503,23	13.800,97

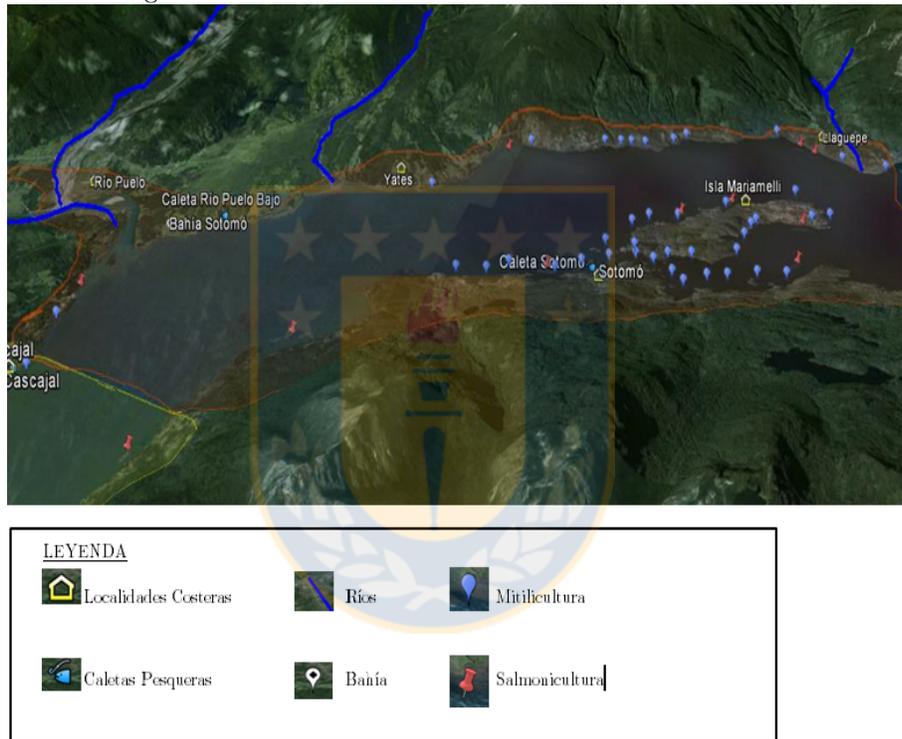
Fuente: Estadísticas de SERNAPESCA

De la tabla 4.2 se puede observar que las estadísticas de cosechas anuales de cultivos de salmonideos en la subcuenca sobrepasan las capacidad de carga estimada en Proyecto FIP 2007-21 (2007).

Sub-cuenca de Mariamelli se extiende aproximadamente entre la desembocadura del río Puelo, donde el Fiordo cambia de orientación, hasta la parte oeste de la Isla Marimeli. La profundidad en esta cuenca es muy variable, presentando un mínimo relativo cercano a 140 mts de profundidad a unos 4 km desde la desembocadura del río Puelo hasta 270 mts en la cercanías de la Isla Marimeli. Su ancho fluctúa entre 2,3 y 4,2 km y contiene en su parte exterior la Isla Marimeli que reduce significativamente la sección transversal del Fiordo.

Al igual que las otras sub-cuencas presentadas anteriormente, en la subcuenca de Marimelli se desarrollan tanto las actividades de cultivo de salmonideos como de captación de semillas de chorito.

Figura 4.7: Uso Borde Costero:Sub-cuenca Mariamelli



Fuente: Elaboración Propia

La sub-cuenca Mariamelli de acuerdo a los parámetros de capacidad establecidos por Proyecto FIP 2007-21 (2007) , no debería sobrepasar las 5.000 toneladas de producción anual de cultivos de salmonideos, que representa la máxima cantidad de biomasa viva en el agua.

A continuación se presenta las series de cosechas anuales para la subcuenca de los centros de cultivo operando entre los años 2008 – 2012:

A partir de la tabla 4.3 se puede observar que las estadísticas de cosechas anuales de cultivos de salmonideos de los años 2008, 2009, 2010 y 2012, sobrepasan la capacidad de carga de 5.000 toneladas

Cuadro 4.3: Cosechas del Total Centros de Cultivos operando, Sub-cuenca de Mariamelli (Ton)

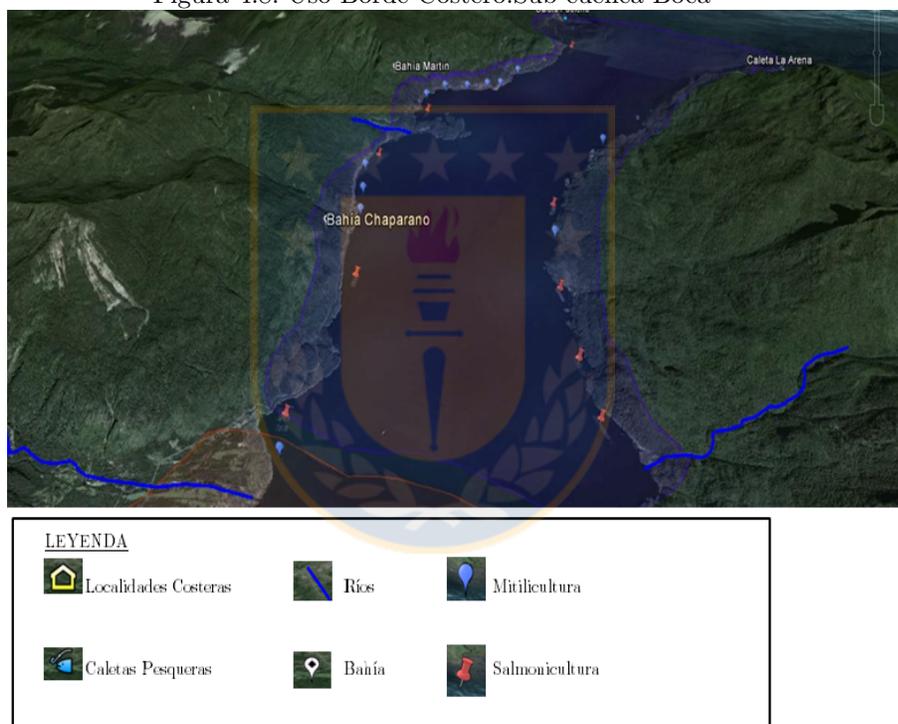
Producción Total por Subcuenca	2008	2009	2010	2011	2012
Subcuenca Mariamelli	13.613,77	12.201,72	16.138,38	1.882,81	19.041,55

Fuente: Estadísticas de SERNAPESCA

estimada para la presente subcuenca, solo el año 2011 se cumple dicho parametro.

Sub-cuenca de Boca se ubica en la boca del Fiordo de Reloncaví, en donde se desarrollan actividades productivas de cultivo de salmones como de captación de semillas de chorito, como se observa en la siguiente figura:

Figura 4.8: Uso Borde Costero:Sub-cuenca Boca



Fuente: Elaboración Propia

La capacidad de carga estimada para la subcuenca Boca fue de 7.000 toneladas de biomasa viva en el agua (Proyecto FIP 2007-21 (2007)).

A continuación se presenta las series de cosechas anuales de los centros de cultivo operando en la subcuenca de Boca entre los años 2008 – 2012:

Al observar la tabla 4.4 se puede observar que las estadísticas de cosechas anuales de cultivos de

Cuadro 4.4: Cosechas del Total Centros de Cultivos operando por sub-cuenca (Ton)

Producción Total	2008	2009	2010	2011	2012
Subcuenca Boca	14.863,40	11.507,88	15.606,22	3.445,72	13.487,14

Fuente: Estadísticas de SERNAPESCA

salmonideos de los años 2008, 2009, 2010 y 2012, sobrepasan la capacidad de carga de 7.000 toneladas estimada para la presente subcuenca, solo el año 2011 se cumple dicho parametro.



Capítulo 5

Metodología

El objetivo principal de esta investigación es evaluar el efecto las interacciones ambientales y productivas para medir el impacto socioeconómico que generan estas actividades en el mercado laboral entre el sector salmonícola y mitilícola en el Fiordo Reloncaví.

La metodología expuesta a continuación se construyó en base a el modelo desarrollado por McCausland *et al.* (2006), incluyendo modificaciones de acuerdo a las limitaciones de información existentes a nivel nacional de los sectores productivos bajo análisis.

En este apartado se desarrolla formalmente el modelo, el cual se compone de 3 sub-modelos. El primer sub-modelo tiene por objetivo caracterizar la producción salmonícola en el Fiordo de Reloncaví a través de una función producción para esta actividad.

El segundo sub-modelo busca caracterizar la producción de la actividad de captación de semilla en el Fiordo de Reloncaví, incorporando un parámetro medio ambiental. Este parámetro ingresa a la función como un insumo no deseado a consecuencia de la actividad salmonícola desarrollada en áreas aledañas, como alimentos no consumidos entre otros ¹.

Por último, en el tercer sub-modelo se utiliza como insumo a los dos sub-modelos anteriores. Este sub-modelo tiene el objetivo de simular el impacto agregado en el empleo de ambos sectores productivos (Salmonícola y Mitilícola) que se genera por un incremento en la producción de la actividad Salmonícola por el aumento en la variable exógena de capital en el Fiordo de Reloncaví.

A continuación se desarrollan los sub-modelos que constituyen la metodología de la presente investigación.

¹Además de los alimentos no consumidos , heces o fecas y antibióticos que tienden a acumularse en el fondo marino del Fiordo de Reloncaví

5.1. Sub-Modelo:Sector Salmonicultor

A continuación se presenta la metodología del primer sub-modelo.

El estudio de Galilea (2012) señala que las etapas de producción primaria o extracción, consisten en un proceso de explotación pesquera que combina capital, tecnología y trabajo para la obtención de las cosechas en la acuicultura. Para realizar esta caracterización se utiliza la información disponible en el Primer Censo Pesquero y Acuicultor, 2008.

La producción de salmonícola, está dada por una función de producción del tipo Cobb-Douglas, la que relaciona los insumos (al lado derecho) con el producto (a lado izquierdo), utilizada por Karagiannis & Katranidis (2000), McCausland *et al.* (2006), Nerrie *et al.* (1990) y Asamoah *et al.* (2012).

En base a la información disponible, la producción de especies salmoideos² (F) en el fiordo de Reloncaví, está caracterizada por los factores productivos de capital y mano de obra, como se detalla a continuación:

$$F = \eta(L^F)^\lambda(K^F)^\kappa \quad (5.1)$$

Dónde:

- L^F : Insumo trabajo del sector salmonícola, definido como el número de HH al año (horas hombre).
- K^F : Insumo Capital, medido en miles de pesos al año.
- λ, κ : Representan las elasticidades de la producción ante cambios en sus respectivos insumos.
- η : Constante.

Se dirá que la función de producción salmonícola (F) tiene rendimientos crecientes de escala si el cambio en la producción es más que proporcional al cambio en los insumos $\lambda + \kappa > 1$; rendimientos decrecientes de escala si el cambio en la producción es menos que proporcional al cambio en los insumos $\lambda + \kappa < 1$ y rendimientos constantes de escala si el cambio en la producción es igual de proporcional al cambio en los insumos $\lambda + \kappa = 1$.

²Medida en toneladas

5.2. Sub-Modelo: Sector Mitilicultor

A continuación se presenta la metodología para dar cumplimiento al objetivo específico de caracterizar la producción para la actividad de Captación de Semilla en el Fiordo de Reloncaví.

La captación de semillas³ es la etapa donde se inicia el cultivo de choritos. Los colectores son confeccionados de paño de red en desuso y red trenzada y colocados en un sistema suspendido en el mismo cuerpo de agua donde se desarrolla la actividad salmonícola (Fiordo de Reloncaví). La actividad Salmonícola se caracteriza por que sus instalaciones generan producción de nutrientes (alimentos no consumidos), los que impactan sobre la captación de semilla de Chorito.

Existe, sin embargo, escasez de datos e información general respecto a la actividad captadora de semilla, lo que dificulta una caracterización apropiada de dicho sector productivo.

Las funciones de producción se basan en el supuesto de que los niveles de producción de un sistema o tipo de empresa pueden ser predichos por un conjunto dado de insumos, su combinación describe básicamente la conversión de los insumos en producto R.Asmah (2008).

Las formas funcionales de producción comúnmente utilizadas son: lineales, cuadráticas, Cobb-Douglas (C-D), CES (Elasticidad de sustitución constante) y translog (Felipe & Mehta (2008)). La función de producción del tipo Cobb-Douglas (C-D)⁴ ha sido ampliamente preferida por economistas y utilizada en análisis de producción tanto empírico como teórico Asamoah *et al.* (2012), ésta ha sido elegida por sobre las otras formas funcionales dado que se ajusta a la teoría económica y ofrece un complemento entre un ajuste adecuado de los datos y viabilidad computacional y grados de libertad suficientes para permitir la realización de pruebas estadísticas (Munzir & Heidhues (2002)).

Por lo que la caracterización de producción de captación de semilla de chorito está limitada por la disponibilidad de datos respecto a éste sector productivo. La base de datos utilizada en la presente investigación fue generada por el Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR), correspondiente al proyecto FONDAP 15110027.

³Desde el medio natural

⁴ésta ha sido elegida por sobre las otras formas funcionales por sus elasticidades parciales de la producción⁵, la suma de éstas puede ser interpretada como una medida de economías de escala; su estimación es simple dado que los datos de entrada y salida pueden ser fácilmente utilizados; la función C-D puede describir una superficie de producción que demuestra un aumento, igualdad o una disminución de los rendimientos a escala dependiendo de los datos; la función C-D solo requiere un grado de libertad por variable explicativa; varios problemas de estimación econométrica, tales como correlación serial, heterocedasticidad y multicolinealidad pueden ser manejadas fácil y adecuadamente; es una función que facilita los cálculos y posee las propiedades de ser flexible, parsimoniosa, uniforme y explícitamente representativa (R.Asmah (2008); Shang (1990), Bhanumurthy (2002) y Munzir & Heidhues (2002)).

5.2.1. Captación de Semilla.

A partir de la base de datos generada por el INCAR ,se dispone de información de toneladas cosechadas (semillas de Chorito), de mano de obra y capital acumulado que utiliza el sector miticultor en el Fiordo de Reloncaví entre los años 2008 al 2012.

Por lo tanto, la captación (producción) de semillas de chorito h (*Mytilus Chilensis*) estará caracterizada por una función de producción del tipo Cobb-Douglas, en la cual los factores productivos son el esfuerzo pesquero (L^h), el capital acumulado (K^h) y la cantidad de nutrientes, como parámetro ambiental que denominaremos en la presente investigación MO . Éste ingresa a la función como un insumo no deseado, sin embargo presente durante todo el proceso de captación de semillas de chorito. Este insumo es consecuencia de la actividad salmonícola desarrollada en áreas aledañas a la actividad de captación de semilla como alimentos no consumidos que tienden a acumularse en el fondo marino del Fiordo de Reloncaví.

La cantidad del de materia orgánica (MO) que es incorporada al cuerpo de agua, será determinado por subcuenca (Cochamó, Puelo, Mariamelli y Boca) a partir de las estadísticas de cosecha de los centros de cultivo que posee el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) en el Fiordo de Reloncaví entre los años 2008 al 2012.

A continuación se detalla la función de producción para la captación de semillas de chorito:

$$h_{ij} = \beta(K_{ij}^h)^\gamma(L_{ij}^h)^\alpha(MO_{ij})^\rho \quad (5.2)$$

Dónde:

- L_{ij}^h : Insumo trabajo del sector captador de semilla de chorito, definido como el número de HH (horas hombre) en el periodo i en la subcuenca j .
- K_{ij}^h : Insumo capital acumulado, medido en miles de pesos en el periodo i en la subcuenca j .
- MO_{ij} : Insumo de materia orgánica, medido en toneladas en el periodo i en la subcuenca j .⁶, en toneladas.
- α, γ : Representan las elasticidades de la producción ante cambios en sus respectivos insumos.
- ρ : La elasticidad al rendimiento a los nutrientes incorporados al cuerpo de agua por la actividad salmonícola.

⁶Nutrientes derivados de los alimentos no consumidos de la actividad salmonícola.

- β : Constante.

Se dirá que la función de producción mitilícola (h) tiene rendimientos crecientes de escala si el cambio en la producción es más que proporcional al cambio en los insumos $\gamma + \alpha + \rho > 1$; rendimientos decrecientes de escala si el cambio en la producción es menos que proporcional al cambio en los insumos $\gamma + \alpha + \rho < 1$ y rendimientos constantes de escala si el cambio en la producción es igual de proporcional al cambio en los insumos $\gamma + \alpha + \rho = 1$.

La captación de semillas de choritos en el Fiordo de Reloncaví (ver ecuación 5.2), a través del factor de producción de MO , incorpora un parámetro medio ambiental a dicha función. Este factor, se deriva de la interacción entre distintos sectores productivos que desarrollan sus actividades en un mismo cuerpo de agua. Tanto las actividades de captación de semilla de chorito como de engorda de salmones son desarrolladas en el Fiordo de Reloncaví en forma paralela. La actividad salmonícola es una actividad que incorpora nutrientes (alimentos no consumidos) entre otros al cuerpo de agua, éstos generan un impacto sobre la actividad de captación de semillas desconocido.

A continuación se procede a detallar como se determinará el factor de producción de materia orgánica (MO).

Interacciones Ambientales en el Fiordo de Reloncaví.

La cantidad de nutrientes incorporados al Fiordo de Reloncaví (MO), están directamente relacionada con el nivel de cosechas (con el peso y el número de salmonideos) del sector salmonicultor, mientras mayor sea el número de toneladas cosechadas, mayor será las toneladas de nutrientes incorporados al Fiordo.

Dadas a las restricciones de disponibilidad de información⁷ que presenta el sector captador de semillas de chorito en el país, no es posible hacer una relación directa entre la cantidad de material orgánico (MO) presente en el proceso de captación de semilla (líneas de captación), proveniente de los centros de engorda de salmones cercanos.

La presente investigación supone que la cantidad de materia orgánica, que cada línea de captación incorpora como insumo no deseado dentro de su proceso de producción, estará asociada a la subcuenca en la cual se emplacen estos centros. Se asumirá que las líneas de captación de semillas de chorito emplazadas en una misma subcuenca en un mismo periodo i , estarán expuestas a la misma cantidad de materia orgánica (MO) que se distribuye a lo largo del cuerpo de agua (dependiendo de las corrientes) y se acumula al fondo de cada subcuenca al final de un periodo (i).

⁷Estas se deben a la falta de estadísticas de cosecha de de semillas de chorito de fuentes formales, como de información georreferenciada de esta actividad.

El Fiordo de Reloncaví posee 4 subcuencas; Cochamó, Puelo, Mariamelli y Boca. Estas subcuencas presentan distintas condiciones ambientales (condiciones de oxígeno, capacidad de carga, profundidad, diversidad de fauna bentónica, velocidades de corrientes, entre otros), que en la presente investigación no son abordadas.

Por lo que:

- Las líneas de captación de semillas de chorito instaladas en la subcuenca de Cochamó en un periodo i , durante el proceso de fijación de larvas en dicho periodo, están expuestas a la materia orgánica que se acumula en el fondo de la subcuenca de Cochamó. La cantidad de MO acumulada será igual a la sumatoria de la pérdida de alimentos desde los centros de cultivo de salmonideos operando en el periodo i en la subcuenca de Cochamó.
- Al igual ocurrirá con el resto de las subcuencas de Puelo, Mariamelli y Boca.

La cantidad de materia orgánica que se incorpora al cuerpo de agua, estará directamente relacionada, con el peso y el número de salmonideos (número de individuos) presentes en el Fiordo en un período de tiempo determinado, puede ser estimado a través de la siguiente ecuación:

$$MO_j = \sum_i^t M_{ij} * (P) \tag{5.3}$$

- MO_j : Total de materia orgánica incorporada al cuerpo medido en toneladas por período i en la subcuenca j .
- M_{ij} : Total de alimento proporcionado a un número de individuos (salmonideos) en el período i en la subcuenca j .
- P : Porcentaje de pérdida de alimento (alimento no consumido).
- $i: 1, \bar{12}$

Donde el alimento proporcionado a un número de individuos (salmonideos) en un período de tiempo, depende del cambio en el peso de los individuos, el cambio en el número de individuos y el factor de conversión (FC) (ver Lawson (1995)), como se detalla a continuación:

$$M_{ij} = (w_{Fij} * Ind_{Fij} - w_{Iij} * Ind_{Iij}) * FC \tag{5.4}$$

Donde:

- FC : Factor de conversión.

- w_{Iij} : Peso inicial del salmonideo en el período i (Ton) en la subcuenca j .
- w_{Fij} : Peso final del salmonideo en el período i (Ton) en la subcuenca j .
- Ind_{Iij} : Número inicial de individuos en el período i en la subcuenca j .
- Ind_{Fij} : Número final de individuos en el periodo i en la subcuenca j .

Si:

$$w_{Fij} = w_{Iij} \exp \frac{SGR_i * 30}{100} \quad (5.5)$$

Dónde:

- SGR_i : Tasa específica de crecimiento en el período i (% del peso corporal por día).

Además se tiene que:

$$Ind_{Fij} = Ind_{Iij} * \left(1 - \frac{m_i}{100}\right) \quad (5.6)$$

Dónde:

- m_i : Tasa de muertes en el período i (% del total de número de individuos).

Dado que el objetivo es determinar la cantidad de materia orgánica que se incorpora al Fiordo de Reloncaví por subcuenca j en el periodo i y no se conoce el número de individuos inicial para este periodo, solo es posible determinar el número de individuos finales en el periodo i conociendo la cantidad cosechada de salmonideos por subcuenca en dicho periodo, como se detalla a continuación:

$$Ind_{Fij} = \frac{F_{ij}}{w_{Fij}} \quad (5.7)$$

Dónde:

- F_{ij} : Toneladas salmonideos cosechados en el período i en la subcuenca j .

Utilizando 5.7 y 5.6. se tiene que:

$$Ind_{Iij} = \frac{\frac{F_{ij}}{w_{Fij}}}{\left(1 - \sum_i \frac{m_i}{100}\right)} \quad (5.8)$$

Si reemplaza 5.7, 5.5 y 5.4 en 5.3, se tiene que:

$$MO_j = \sum_i^t \left((w_{Iij} \exp(\frac{SGR_i * 30}{100})) * (Ind_{Iij} * (1 - \frac{m_i}{100})) - w_{Iij} * Ind_{Iij} * FC \right) * (P) \quad (5.9)$$

Introduciendo 5.8 en 5.9:

$$MO_j = \sum_i^t \left((w_{Iij} \exp(\frac{SGR_i * 30}{100})) * \left(\left(\frac{F_{ij}}{w_F i} \right) * (1 - \frac{m_i}{100}) \right) - w_{Ii} * \left(\frac{F_{ij}}{w_F i} \right) * FC \right) * (P) \quad (5.10)$$

La ecuación anterior muestra que la cantidad de nutrientes (MO_j) que se incorpora cada subcuenca j en un periodo determinado, es proporcional a las toneladas cosechadas de salmonideos (F_{ij}).

5.3. Sub-Modelo: Mercado del Trabajo.

A continuación se presenta la metodología para dar cumplimiento al objetivo específico de evaluar el impacto sobre el empleo agregado que se genera en los sectores productivos salmonícola y mitilícola, de un incremento en la actividad salmonícola por el aumento en la variable exógena de capital, en el Fiordo de Reloncaví.

El mercado de trabajo bajo análisis se compone de dos sectores productivos: el sector mitilicultor⁸ y el sector salmonícola⁹, dejando los otros sectores productivos presentes en el Fiordo de Reloncaví fuera de análisis de la presente investigación. Por lo tanto, cuando se habla de empleo agregado se refiere a empleo de los sectores productivos salmonícola y mitilícola.

Tal que:

$$L = L^F + L^h \quad (5.11)$$

- L : Horas Hombre (HH) total empleados en el Fiordo de Reloncaví.
- L^F : Horas Hombre (HH) empleados en el sector Salmonícola en el Fiordo de Reloncaví.
- L^h : Horas Hombre (HH) empleados en el sector Mitilícola en el Fiordo de Reloncaví.

Se realizará un análisis de estática comparativa al modelo, para hallar los movimientos que se generan en las variables endógenas, ante cambios en la variable exógena.

⁸Actividad de captación de semillas de Chorito

⁹Cultivo de salmonideos

Esta sección se dedicará a realizar simulaciones de escenarios alternativos en la variable exógena (stock de capital, K^F)¹⁰, que impactará en el desempeño de los ambos sectores productivos (salmonicultor y mitilicultor), en términos de :

- Impacto en la producción del sector salmonicultor, $F(L^F, K^F)$
- Impacto en la producción en el sector mitilicultor (captación de semillas de chorito), $h(MO, L^h, K^h)$.
- Impacto sobre el empleo en el sector salmónico , L^F
- Impacto sobre el empleo en el sector mitilicultor, L^h
- Impacto agregado sobre el empleo, $L(L^h, L^F)$.

En la presente investigación solo se aborda el impacto que tiene el aumento en la producción de ambos sectores productivos sobre el empleo agregado, excluyendo la posibilidad de un aumento en las productividades marginales del trabajo de ambos sectores ($PMG_{L^h}; PMG_{L^F}$), dado a la restricciones de información, el modelo no considera variables que expliquen desplazamientos en la curva de productividad marginal del empleo agregado (PMG_L).

A partir de lo expuesto en los puntos 5.2 y 5.1, se tiene que la cosecha de semilla de chorito, depende de la producción del sector salmónico en el Fiordo de Reloncaví, como se detalla a continuación:

$$h = \beta[K^h]^\gamma[L^h]^\alpha[MO(F)]^\rho \quad (5.12)$$

Tal que si se reemplaza la ecuación 5.1 en 5.12, se tiene que:

$$h = \beta[K^h]^\gamma[L^h]^\alpha[MO(\eta(L^F)^\lambda(K^F)^\kappa)]^\rho \quad (5.13)$$

A partir de la ecuación 5.13, se puede observar que la producción a captación de semillas de chorito (*Mytilus Chilensis*) es una función del sector salmónico, por lo tanto un cambio en la variable exógena de stock de capital (ΔK^F), generará cambios en la producción de salmón (ΔF), lo cual impactará sobre la cantidad de materia orgánica (ΔMO) que se incorporará al cuerpo de agua y afectará a la captación de semilla de chorito (Δh), lo que tendrá efectos sobre el número de personas empleadas en el sector mitilicultor (ΔL^h), sobre el empleo del sector salmónico (ΔL^F) y sobre el empleo agregado de estos sectores.

¹⁰La teoría económica plantea que a largo plazo variaciones de la producción reflejan cambios en el stock de capital y/o en la tecnología.

De acuerdo a la teoría económica sabemos que la demanda de trabajo depende de la demanda del producto o servicio en cuya producción se utiliza el factor trabajo¹¹. Por lo que la presente investigación analiza la demanda de trabajo del sector salmonicultor y mitilicultor. La demanda de trabajo total definido como L_d , que será la suma de las demandas por trabajo de ambos sectores ($L_d^F + L_d^h$).

La curva de valor de productividad marginal del trabajo $VPMG_L$ representa la relación entre la cantidad de trabajo que una empresa está dispuesta a emplear según los distintos niveles de salario que tendrá que pagar. Es decir, representa el comportamiento de la demanda de trabajo de una empresa. Por lo que la curva de $VMPG_L$ es la curva demanda de trabajo.

El valor de la productividad marginal del trabajo es el valor de la producción adicional generada por una unidad adicional de trabajo. Para los sectores productivos salmonícola y mitilícola se tiene que:

$$VPMG_L^F = PMG_L^F * P \tag{5.14}$$

$$VPMG_L^h = PMG_L^h * P \tag{5.15}$$

En competencia perfecta, las empresas son precio aceptantes y venden todas las unidades producidas al mismo precio, por lo que los precios se mantienen constantes. Bajo estos supuestos expuestos podemos decir la curva de PMG_L ¹² representará la relación entre cantidad de trabajo de los sectores productivos salmonícola y mitilícola estarán dispuestos a emplear según los distintos niveles de salarios reales ($\frac{w}{P}$) que tendrán que pagar.

Por otra parte la curva de oferta de trabajo se obtiene a partir de la suma de las ofertas individuales. La curva de oferta de trabajo (L_s) de la presente investigación estará constituida por la suma de las oferta por trabajo de ambos sectores ($L_s^F + L_s^h$). Si se produce un aumento del número de trabajadores se puede afirmar que la oferta aumentará.

Dada a la limitación de información de los sectores productivos bajo análisis y falta de disponibilidad de información en general con nivel de desagregación y representatividad apropiada, se asumirá que la oferta de trabajo de ambos sectores es inelástica y no se abordará en mayor los salarios en los mercados del trabajo de los sectores productivos bajo análisis.

Para estudiar el comportamiento que tiene este aumento en la variable exógena de stock de capital de la salmonicultura tiene sobre el empleo agregado del sector salmonicultor y mitilicultor, esta investigación propone estudiar las productividades marginales de ambos sectores (demanda por trabajo), a partir de las funciones de producción expuestas en las ecuaciones 5.1 y 5.2. Bajo el supuesto que ambos mercados de trabajo se encuentran en equilibrio, donde la regla de contratación para ambos sectores productivos,

¹¹Por ello, podemos decir que la demanda de trabajo es una demanda derivada de la participación de la empresa en un cierto mercado de bienes o servicios.

¹² $PMG_L = PMG_L^F + PMG_L^h$.

bajo competencia perfecta, será contratar trabajadores hasta que el último trabajador contratado añada lo mismo al ingreso que al coste¹³, tal que:

$$\frac{w_{L^h}}{p} = PMG_{L^h} \quad (5.16)$$

$$\frac{w_{L^F}}{p} = PMG_{L^F} \quad (5.17)$$

A través del cambio en la productividad marginal del trabajo de ambos sectores productivos derivado de un cambio en la variable exógena de capital del sector salmonicultor, asumiendo que todos los puntos de la curva de demanda de estos sectores estuvieran en equilibrio (ver ecuaciones 5.16 y 5.17), será posible estudiar el impacto que dicho cambio tiene sobre el nivel de empleo agregado, como se detalla a continuación:

$$\frac{dF}{dL^F} = PMG_{L^F} = \eta\lambda(L^F)^{\lambda-1}(K^F)^\kappa = L_d^F \quad (5.18)$$

$$\frac{dh}{dL^h} = PMG_{L^h} = \beta(K^h)^\gamma\alpha(L^h)^{\alpha-1}(MO)^\rho = L_d^h \quad (5.19)$$

$$L_d = L_d^F + L_d^h \quad (5.20)$$

¹³Donde el salario real es igual a la productividad marginal del trabajo.

Capítulo 6

Base de Datos

La presente investigación se lleva a cabo basada en la información levantada por el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile (INE) a través del Primer Censo Nacional Pesquero y Acuicultor del año 2007 – 2008, del cual se utilizó la base de datos¹ proveniente de los formularios de acuicultura empresarial y de menor tamaño. La información (base de datos) obtenida del INE, se utilizó con el objetivo de estimar la función de producción para el sector salmónico en el Fiordo de Reloncaví, dada su característica de Censo, éste cuenta con un alto porcentaje de información de pequeños y grandes productores dedicados a la acuicultura en Chile.

A partir del análisis de estos datos, en relación al sector salmicultor, se utilizaron las planillas de acuicultura empresarial y acuicultura de menor tamaño, que en total conforman una base de datos con 979 observaciones, de las cuales sólo 223 observaciones corresponden a centros de cultivos² emplazados en el Fiordo de Reloncaví, Región de los Lagos. La unidad de observación para este sector corresponde a los centros de cultivo que posee un establecimiento y/o empresa en el Fiordo.

Es importante conocer el contexto en el cual fue levantada la información del primer censo pesquero y acuicultor, esto se realizó en un contexto de crisis en el cual las cosechas de salmón a nivel Nacional se redujeron en casi un 50 % en comparación al desempeño del sector en años anteriores³. de las 223 observaciones de centros de cultivos emplazados en el Fiordo de Reloncaví, sólo 97 observaciones fueron utilizadas para estimar la función de producción salmónica, dado que el resto de las observaciones informaba cosechas iguales o cercanas a cero. Es necesario mencionar que es posible de que se incurra en un sesgo de selección.

Se consideró como insumo de trabajo (L^F) para estimar la función de producción, las horas hombre (HH) desarrolladas por el personal empleado en la actividad salmónica, tanto administrativa como los que realizan labores productivas en calidad de contratados y subcontratados, para cada centro de cultivo.

¹Disponible en Access

²Centros de cultivo que posee el establecimiento o empresa.

³www.mundoacuicola.cl

Para el insumo de capital (K^F) este se expresa en miles de pesos (M\$) y corresponde a la valorización de terrenos, edificios, maquinarias, equipos, herramientas, vehículos y embarcaciones para cada centro de cultivo emplazado en el Fiordo de Reloncaví, considerando la corrección monetaria de éstos.

La producción de salmón (F) representa el desembarque de especies salmonídeas en toneladas por centro de cultivo.

A continuación se detalla un resumen de las variables de la función de producción Salmonícola:

Cuadro 6.1: Descripción de las variables asociadas a la función de producción salmonícola

Variabes	Observaciones	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
F (Toneladas)	97	2.453,374	2.358,058	11	13.118
K^F (M\$)	97	1.058.813	846.477,8	10.804	3.424.204
L^F (HH)	97	81.495,04	83.112,51	2.760	552.000

Fuente:Elaboración Propia

Para la captación de semilla de choritos en el Fiordo de Reloncaví, se evidencia la carencia de estadísticas que caractericen este sector productivo. En el Primer Censo Nacional Pesquero y Acuicultor (INE) sólo se identificaron 3 centros de cultivos en el Fiordo de Reloncaví, realizando actividades de captación de semilla, mientras que en la Fundación Chinquihue (2012) identificaron 158 sitios de cultivos de choritos, dedicados principalmente a la captación.

Para estimar la función de producción de captación de semillas de chorito en el Fiordo de Reloncaví, se utilizó la base de datos generada por el Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (IN-CAR), correspondiente al proyecto FONDAP 15110027. Esta base corresponde a Datos de Panel de 68 observaciones durante un periodo de 7 años desde el año 2008 al 2014, de las cuales sólo se utilizaron 59, omitiendo todas aquellas de captación de semillas que no corresponden al Fiordo de Reloncaví y aquellas observaciones que no informaban cosecha durante el periodo en estudio. La unidad de observación para este sector corresponde a los agentes (Pescadores Artesanales y Organizaciones de Pescadores Artesanales) que instalan líneas de cultivo en el Fiordo.

Se consideró como insumo de trabajo (L^h) para estimar la función de producción de captación de Semilla, las horas hombre (HH) desarrolladas por los pescadores artesanales en actividades de siembra de semilla, mantención y cosecha.

Para el insumo de capital (K^h) este se expresa en miles de pesos (M\$) y corresponde a la valorización de

líneas de captación (simples de 100 mts, dobles de 100 mts, simples de 200 mts entre otras), embarcaciones (bote remo, bote motor y/o lancha), plataforma, colectores y materiales y/o herramientas. Se considera que el capital se acumula a medida que transcurren los años, independiente de su financiamiento.

La captación (producción) de semillas de chorito representa la cosecha de semillas en toneladas.

Para el caso de la *MO*, éste se mide en toneladas y se considera como la incorporación de nutrientes al cuerpo de agua (por sub-cuencas), como consecuencia del desarrollo de la actividad salmonícola en zonas aledañas y que genera impactos desconocidos sobre ésta.

A continuación se detalla un resumen de las variables de la función de producción de Captación de Semillas de Chorito:

Cuadro 6.2: Descripción de las Variables asociadas a la Función de Producción de Captación de Semillas de Chorito

VARIABLES	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
h (Toneladas)	59	785,4288	1.139,013	1,5	4.500
L^h (HH)	59	274,9108	259,6598	18,66667	1.320
K^h (M\$)	59	6.153,764	5.456,947	1.00e-08	27.800
MO (Toneladas)	59	0,1632	0,1690	0,0441	0,4843

Fuente:Elaboración Propia

Capítulo 7

Resultados

A continuación se presentan los resultados de los 3 sub-modelos planteados en el capítulo 5 , que responden a los objetivos establecidos para la presente investigación en al sección 2.2.

7.1. Sub-Modelo: Salmonicultura

En la presente sección , se presentan los resultados del primer sub-modelo que estima una función de producción del tipo Cobb Douglas para la Salmonicultura en el Fiordo de Reloncaví.

Para estimar la función se linealizó la función de producción Cobb-Douglas (modelo de regresión exponencial), como resultado se estimó un modelo log-log.

Cuadro 7.1: Estimación Robusta (MCG) -Función de Producción Salmonícola

Variabes	Coficiente	Desv. Están
κ	0,2263*	0,11
λ	0,5111**	0,18
η	-1,415	2,75
n	97	
R^2	0,1451	
$F(2, 94)$	4,94	
$Prob > F$	0,0091	

Fuente: Elaboración Propia. Desv. Estándar entre paréntesis.

*estadísticamente significativa a un nivel del 95 %.**estadísticamente significativa a nivel del 99 %.

En el cuadro 7.1 se observan los resultados de la estimación, como se esperaba, existe una relación positiva entre el capital (K^F) y la producción de Salmón (F), y mano de obra (L^F) y la producción .

Ante un aumento en un 1% en las HH , la producción de salmonideos aumentará en un 0,511%, en caso del capital ante un aumento porcentual del 1%, la producción aumentará en 0,226%.

Se observa que el 14,51% (R^2) del porcentaje de variación de la producción se ve explicada por variaciones en el capital y mano de obra.

El modelo presenta un alta significancia global, testeándose además las significancias individuales de los estimadores λ y κ son ambos significativos a un nivel del 95%. A diferencia del intercepto η que arrojo no significativo.

En relación a los rendimientos de escala se puede decir que la producción salmonícola posee rendimientos decrecientes a escala ($\lambda + \kappa < 1$).

7.2. Sub-Modelo: Sector Miticultor

En esta sección se presentan los resultados del segundo sub-modelo que tiene por objetivo estimar una función de producción para la actividad de captación de semilla en el Fiordo de Reloncaví.

7.2.1. Interacciones Ambientales en el Fiordo de Reloncaví

Con el objetivo de determinar la cantidad de materia orgánica (MO) proveniente de la salmonicultura por sub-cuenca se calculó el número de individuos presentes al momento de la cosecha. Si se estima que al momento de cosechar los salmonideos, tienen un peso aproximado de 3.242,4 grs, el número de individuos presentes en el Fiordo de Reloncaví por sub-cuenca durante el periodo de tiempo 2008-2012 es:

Cuadro 7.2: N^o de individuos por sub-cuenca 2011 final del ciclo productivo

Subcuenca	2008	2009	2010	2011	2012
Cochamó	0	564,101	592,462	0	534,853
Puelo	3.175,018	1.830,995	5.403,889	772,022	4.256,360
Mariamelli	4.198,627	3.763,137	4.977,243	580,677	5.872,611
Boca	4.642,479	3.627,541	4.676,275	1.062,694	4.159,574

Fuente: Elaboración Propia

Conociendo el número de individuos finales es posible determinar la cantidad de alimento que fue suministrado para el cultivo de salmonideos por sub-cuenca en el Fiordo de Reloncaví y el total de alimento incorporado al cuerpo de agua. Para ésto se supuso un ciclo productivo de 12 meses, un factor de conversión (FC) de 1,5, una tasa de muerte promedio de 1,69% y una tasa específica de crecimiento (SGR) diaria para alcanzar el peso de cosecha de 3.242,4 grs en este periodo.

La pérdida de alimento se generará producto por las corrientes en el área de las jaulas, llevará un margen de pérdida de este tipo de insumos. En la presente investigación se asume que el porcentaje de alimento no consumido del total de alimento entregado es inferior al 20 % identificado por Beveridge (1987). Esto se debe a la implementación de sistemas de alimentación automático y el sistema de monitoreo mediante cámaras individuales, se asume que la pérdida de alimento tiende a ser cercana al 1,5 %, por lo que el total *MO* compuesto por alimento no consumido por sub-cuenca durante el periodo de tiempo 2008-2012 es de:

Cuadro 7.3: Materia Orgánica por sub-cuenca (Toneladas)

Subcuenca	2008	2009	2010	2011	2012
Cochamó	0	0,046	0,048	0	0,044
Puelo	0,261	0,151	0,445	0,063	0,351
Mariamelli	0,346	0,310	0,410	0,047	0,484
Boca	0,399	0,312	0,402	0,091	0,358
Total Subcuencas	1,007	0,820	1,307	0,203	1,237

Fuente: Elaboración Propia

La materia orgánica¹ (MO) incorporada al cuerpo de agua, producto de la actividad salmonícola del total de las subcuencas que componen el Fiordo, alcanzó su mayor nivel el año 2012 con 1,237 toneladas. Este material orgánico es incorporado al mismo cuerpo de agua en el cual se desarrollan las actividades de captación de semillas de Chorito.

7.2.2. Captación de Semilla de *Mytilus Chilensis*

A continuación se presentan los resultados asociados al segundo sub-modelo presentado en el capítulo 5, relacionados con la captación de semillas.

La estimación de la función de producción Cobb Douglas para la Captación de Semillas de Chorito en el Fiordo de Reloncaví, se realizó a través de una estimación robusta (MCG) utilizando datos de panel. Se trabajó con una base de datos no balanceada desde el año 2008 hasta el 2012, por lo que no se cuenta con información de todos los agentes captadores de semilla para el periodo en análisis.

Al realizar estimaciones de datos de panel se está suponiendo que los agentes captadores de semillas son heterogéneos. La metodología que se utilizó para estimar datos de panel fue el modelo de efectos aleatorios (random effects model). Básicamente, esta técnica supone que la diferencia entre los agentes es aleatorio y no está correlacionado con las variables independientes incluidas en el modelo.

¹La materia orgánica se determina a partir de las toneladas de salmonideos cosechados desde los centros de cultivos emplazados en las subcuencas del Fiordo de Reloncaví durante un año, independiente del mes de cosecha.

Antes de estimar la ecuación 5.2 usando el modelo de efectos aleatorios, luego de la tradicional transformación logarítmica, es necesario verificar la especificación del modelo respecto a los modelos de efectos fijos (fixed random effects) y de mínimos cuadrados ordinarios (OLS). Es a través de la Prueba de Hausman y la Prueba de Breusch-Pagan, se estudiarían respectivamente dichas especificaciones.

Cuadro 7.4: Resultados Pruebas Estadísticas

Prueba	<i>Prob > chi2</i>
Hausman	0,9733
Breusch-Pagan	0,0000

Fuente: Elaboración Propia

Observando los resultados del cuadro 7.4, se tiene que en la Prueba de Hausman no es posible rechazar la hipótesis nula, por lo que se recomienda la utilización de efectos aleatorios. En el caso de la Prueba Breusch-Pagan se rechaza la hipótesis nula y se concluye que es adecuado utilizar una estimación con efectos aleatorios. Esto es evidencia de diferencias significativas entre los agentes. Por lo tanto ambas pruebas sugieren la utilización del modelo de efectos aleatorios.

A continuación se presentan los resultados de la estimación robusta de función de producción linealizada del tipo Cobb-Douglass con el modelo de efectos aleatorios:

Cuadro 7.5: Estimación Robusta-Función de Producción Captación de Semillas de Chorito

Variables	Coefficiente	Desv. Estan
α	0,948**	0,053
ρ	0,087**	0,033
γ	-0,005	0,004
β	-0,140	0,651
n	59	
N° de grupos	25	
R^2 within	0,9013	
R^2 between	0,0763	
R^2 overall	0,0183	
<i>Prob > chi2</i>	0,0000	
<i>corr(u_i, X)</i>	0	
<i>rho</i>	0,973	

Fuente: Elaboración Propia. Desv. Estandar entre paréntesis.

*estadísticamente significativa a un nivel del 95%. **estadísticamente significativa a nivel del 99%.

En los resultados de la estimación (ver Cuadro 7.5), como se esperaba, existe una relación positiva de la mano de obra (L^h) y la producción de captación de semilla de Chorito (h) .

Por otra parte el modelo captura una relación positiva entre el material orgánico MO incorporado al cuerpo de agua y la de captación de semilla de chorito en el Fiordo de Reloncaví, al igual como lo indica la literatura biológica Mazzola & Sara (2001):Wallace (1980) ;Jones & Iwama (1991);Lefebvre *et al.* (2000) y Lander *et al.* (2010)².

En el caso del capital acumulado del sector mitilícola, a diferencia de como se espera, se obtuvo una relación negativa no significativa entre ésta y la captación de semilla de chorito.

Ante un aumento en un 1 % en las HH , la producción de captación de semillas aumentará en un 0,948 %, en caso de la materia orgánica (MO) ante un aumento porcentual del 1 %, la producción aumentará en un 0,087 %.

En relación a los rendimientos de escala se puede decir que la producción mitilícola posee rendimientos crecientes a escala ($\gamma + \alpha + \rho > 1$).

Se observa que para el conjunto de datos solo el 1,83 % (R^2 overall) del porcentaje de variación de la producción se ve explicada por variaciones en el material orgánico, mano de obra y capital acumulado. Por su parte, la bondad de ajuste del modelo entre los agentes captadores de semillas es de un 7,63 % (R^2 between). Por último, al observar la bondad de ajuste dentro de cada agente captador de semilla a través del tiempo (R^2 within) se tiene que el 90,13 % de la variación de la producción se ve explicada por las variable independientes incluidas en este modelo.

La $corr(u_i, X)$ muestra el grado de correlación entre los residuos y los regresores del modelo. Para el caso de efectos aleatorios (random effects) esta relación se supone que es igual a cero.

El 97,3 % de la varianza (ρ^3) es debido a las diferencias a través del panel.

El modelo es significativo en forma global, todos sus coeficientes son distintos de cero, sin embargo al testear las significancias individuales de los estimadores solo los estimadores α y ρ son significativos a un nivel del 95 %.

²Esta señala la posibilidad de una relación positiva entre estas dos variables.

³Correlación intraclase (intraclass correlation)

7.3. Sub-Modelo: Mercado del Trabajo

Por último, utilizando los resultados de las secciones 7.1 y 7.2, se presentan los resultados de la simulación de que un incremento en la actividad salmonícola en términos de stock de capital, tiene sobre la actividad mitilícola y sobre el empleo agregado en el Fiordo de Reloncaví.

A continuación se parametriza las funciones de producción para la actividad salmonícola y mitilícola en el Fiordo de Reloncaví:

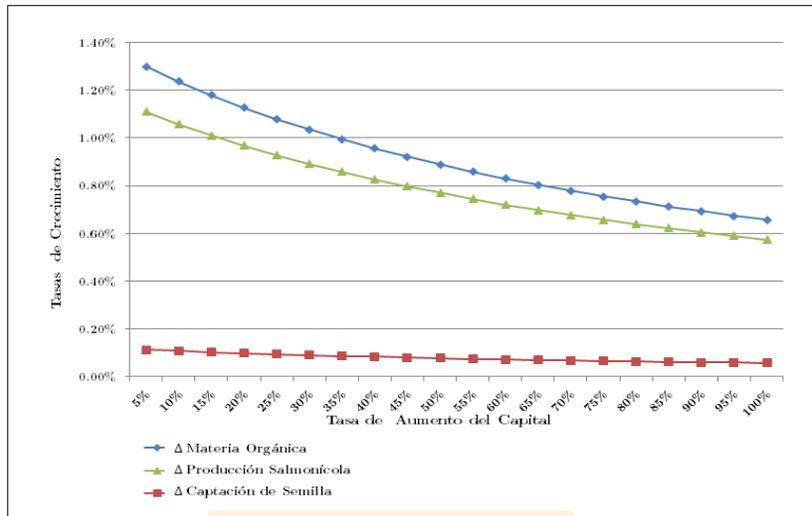
$$F = 0,243(L^F)^{0,511}(K^F)^{0,226} \quad (7.1)$$

$$h = 0,868(K^h)^{-0,005}(L^h)^{0,948}(MO)^{0,087} \quad (7.2)$$

Una vez parametrizada las funciones (ver ecuaciones 7.1 y 7.2) a partir de la metodología expuesta en la sección 5.3 se procederá a analizar el impacto que tiene un aumento del stock de capital K^F del sector salmonicultor sobre la producción del sector salmonicultor $F(L^F, K^F)$, la producción en el sector mitilicultor (captación de semillas de chorito), $h(MO, L^h, K^h)$ y en el empleo en ambos sectores productivos (L^F y L^h). Entendiendo por aumentos en stock de capital aumentos en la inversión en terrenos, edificios e instalaciones, maquinarias, equipos, herramientas, de vehículos, embarcaciones y otros.

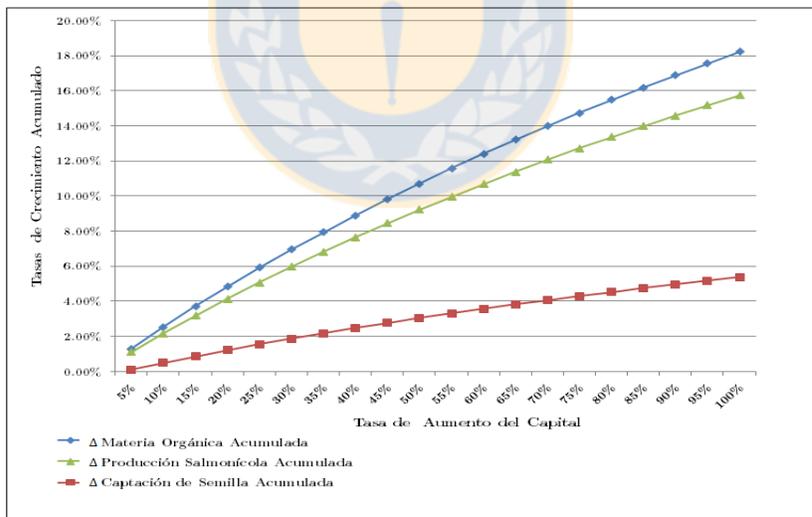
A partir de la ecuación 7.1, se puede observar que la función de producción del sector salmonicultor depende de la variable explicativa de capital. Por lo que ante un aumento del stock de capital (Δ^+K^F), dado el valor positivo del estimador κ , se espera un aumento en la producción de salmón (Δ^+F) en Fiordo de Reloncaví. Al generarse un aumento en la producción de salmonideos, se incrementa la cantidad de alimento suministrado, aumentando la cantidad de materia orgánica (Δ^+MO) en el Fiordo, dado el valor positivo de estimador ρ , se espera un aumento en la captación de semillas de choritos (Δ^+h), como se detalla a continuación en la siguiente figura:

Figura 7.1: Impacto de un aumento % del stock de capital (\$) sobre Producción Salmonícola (F), Materia Orgánica (MO) y Captación de Semillas (h) (Tasas de Crecimiento)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 7.2: Impacto de un aumento del stock de capital (\$) sobre Producción Salmonícola (F), Materia Orgánica (MO) y Captación de Semillas (h) (Tasas de Crecimiento Acumulada)



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en las figuras 7.1, 7.2) en el eje un horizontal se encuentran las tasas de crecimiento del capital del sector salmonícola. La figura 7.1 muestra la variación porcentual positiva (tasa de crecimiento) que presentan las variables de producción salmonícola (F), materia orgánica (MO) y captación de semilla (h) ante el aumento porcentual del capital del sector salmonícola (K^F), como se puede observar las curvas representan elasticidades, éstas son positivas y decrecientes, por lo que a medida que se incrementa el capital del sector salmonícola las variables de producción salmonícola (F), materia orgánica (MO) y captación de semilla (h) crecerán a tasas menores.

Ante un aumento del 10 % del capital del sector salmonícola (K^F), la cantidad de material orgánico presenta la mayor tasa de crecimiento con un 1,3 %, mientras que la captación de semillas presenta la menor tasa de crecimiento del 0,11 % y la producción salmonícola una tasa del 1,11 %. La figura 7.2 muestra las tasas de crecimiento acumuladas de las variables bajo análisis (F, MO, h) frente a las tasas de crecimiento del capital del sector salmonícola como se detalla en la siguiente tabla:

Al observar las tasas de crecimiento acumuladas (ver figura 7.2 y el cuadro 7.6) de las variables de producción salmonícola (F), materia orgánica (MO) y captación de semillas de chorito (h), se deriva que ante el aumento del 100 % del capital de trabajo del sector salmonícola (K^F) la variable que presenta la mayor tasa de crecimiento acumulado fue la cantidad de materia orgánica con un 18,21 %, le sigue con una tasa de crecimiento acumulada del 15,75 % la producción salmonícola y la menor tasa de crecimiento acumulado la tiene la captación de semillas de chorito con un 5,38 %. Por lo que ante cambios positivos en la variable exógena de stock de capital de la actividad salmonícola se generarán cambios positivos en la producción de salmonideos, en la cantidad de materia orgánica presente en el cuerpo de agua y como consecuencia en la captación de semillas de chorito ($h(L^h, K^h, MO)$).

Para estudiar el impacto sobre; el empleo en el sector salmonícola (L^F), el empleo en el sector miticultor, (L^h) y el impacto agregado sobre el empleo ($L[L^h, L^F]$), es necesario determinar las productividades marginales de ambos sectores, como se detalla a continuación:

$$\Delta \frac{dF}{dL^F} = \Delta PMG_{L^F} = 0,243 * 0,511(L^F)^{-0,48}(K^F)^{0,226} \quad (7.3)$$

$$\Delta \frac{dh}{dL^h} = \Delta PMG_{L^h} = 0,868(K^h)^{-0,005}0,948(L^h)^{-0,05}(MO)^{0,08} \quad (7.4)$$

Bajo el supuesto de equilibrio en el mercado del trabajo del sector salmonicultor y miticultor⁴ en el Fiordo de Reloncaví, es posible estudiar la dinámica de dichos sectores, a través de las variaciones

⁴Bajo el supuesto que ambos mercados de trabajo se encuentran en equilibrio, en donde el salario real es igual a la productividad marginal del trabajo, se tiene que:

Cuadro 7.6: Tasas de Crecimiento Acumulada de F , MO y h derivadas del aumento % del stock de capital K^F

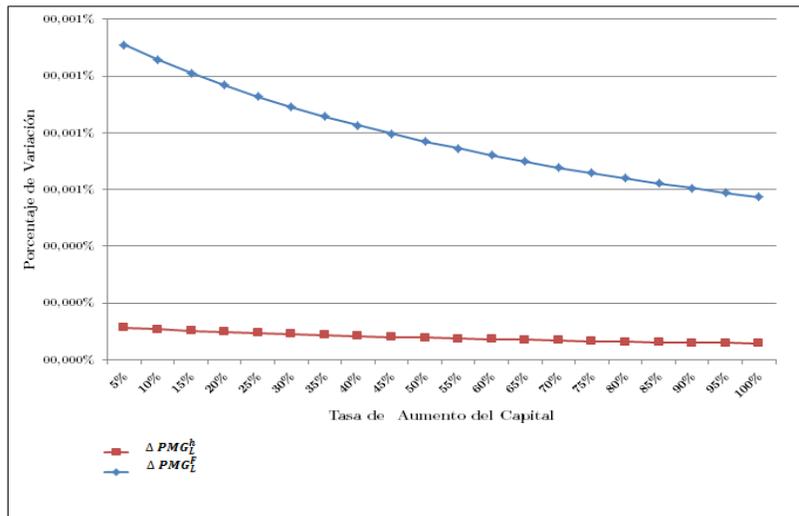
$\Delta^+ K^F$	$\Delta^+ F$ Acumulado	$\Delta^+ MO$ Acumulado	$\Delta^+ h$ Acumulado
5 %	1,11 %	1,30 %	0,11 %
10 %	2,17 %	2,54 %	0,50 %
15 %	3,18 %	3,71 %	0,87 %
20 %	4,15 %	4,84 %	1,22 %
25 %	5,08 %	5,92 %	1,55 %
30 %	5,97 %	6,95 %	1,87 %
35 %	6,83 %	7,95 %	2,18 %
40 %	7,65 %	8,90 %	2,48 %
45 %	8,45 %	9,83 %	2,77 %
50 %	9,22 %	10,72 %	3,05 %
55 %	9,97 %	11,57 %	3,31 %
60 %	10,69 %	12,40 %	3,57 %
65 %	11,39 %	13,21 %	3,82 %
70 %	12,06 %	13,99 %	4,07 %
75 %	12,72 %	14,74 %	4,30 %
80 %	13,36 %	15,48 %	4,53 %
85 %	13,98 %	16,19 %	4,75 %
90 %	14,59 %	16,88 %	4,97 %
95 %	15,18 %	17,56 %	5,18 %
100 %	15,75 %	18,21 %	5,38 %

Fuente: Elaboración Propia.

porcentuales acumuladas en las productividades marginales del trabajo de ambos sectores productivos ante cambios porcentuales del capital del sector salmonicultor.

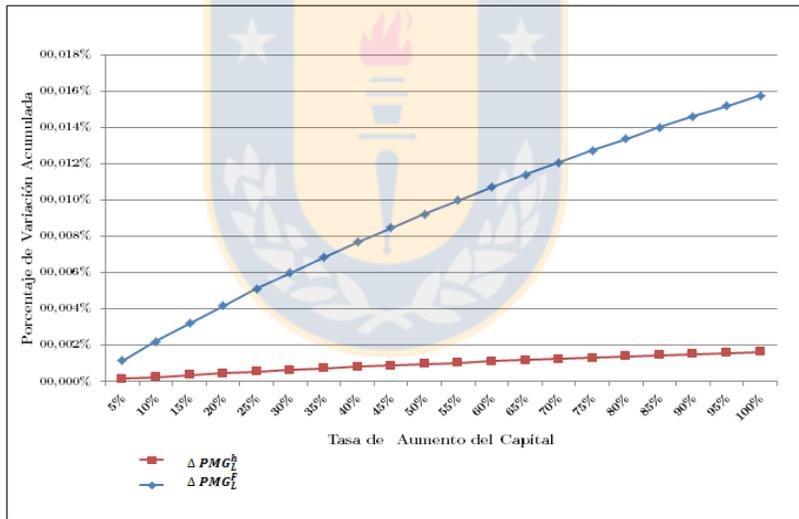
-
- $\frac{w_{Lh}}{p} = PMG_{Lh}$
 - $\frac{w_{LF}}{p} = PMG_{LF}$

Figura 7.3: Impacto de un aumento % del stock de capital (\$) sobre PMG_{Lh} y PMG_{LF} (Porcentaje de Variación)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 7.4: Impacto de un aumento % del stock de capital (\$) sobre PMG_{Lh} y PMG_{LF} (Porcentaje de Variación Acumulada)



Fuente: Elaboración Propia

Al observar el cambio en las productividades marginales del trabajo del sector salmonicultor y mitilicultor a través de sus tasas de crecimiento (ver figura 7.3) y tasas de crecimientos acumuladas (ver figura 7.4), se desprende que existe una relación positiva entre el aumento de la variable exógena de stock de capital en la actividad salmonícola y las productividades marginales del trabajo de ambos sectores productivos, por lo que bajo el supuesto de equilibrio en los mercados de trabajo de ambos sectores productivos, se puede

concluir que existe una relación positiva entre el aumento del stock de capital en el sector salmonícola sobre el nivel de empleo de los sectores mitilícola y salmonícola en el Fiordo de Reloncaví.

Ante un aumento del 10 % del capital del sector salmonícola (K^F), la productividad marginal del trabajo del sector salmonícola presento la mayor tasa de crecimiento con un 10,59 %, mientras que la productividad marginal del trabajo del sector mitilícola presenta la menor tasa de crecimiento con una tasa del 0,107 % .La figura 7.4 muestra la tasas de crecimiento acumuladas de las variables bajo análisis (PMG_{L^h} , PMG_{L^F}) frente a las tasas de crecimiento del capital del sector salmonícola como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 7.7: Tasas de Crecimiento Acumulada de F , MO y h derivadas del aumento % del stock de capital K^F

$\Delta^+ K^F$	$\Delta^+ PMG_{L^h}$ Acumulado	$\Delta^+ PMG_{L^F}$ Acumulado
5 %	0,11 %	1,11 %
10 %	0,22 %	2,17 %
15 %	0,32 %	3,18 %
20 %	0,42 %	4,15 %
25 %	0,52 %	5,08 %
30 %	0,61 %	5,97 %
35 %	0,69 %	6,83 %
40 %	0,78 %	7,65 %
45 %	0,86 %	8,45 %
50 %	0,94 %	9,22 %
55 %	1,01 %	9,97 %
60 %	1,08 %	10,69 %
65 %	1,15 %	11,39 %
70 %	1,22 %	12,06 %
75 %	1,29 %	12,72 %
80 %	1,35 %	13,36 %
85 %	1,41 %	13,98 %
90 %	1,47 %	14,59 %
95 %	1,53 %	15,18 %
100 %	1,59 %	15,75 %

Fuente: Elaboración Propia.

Las tasas de crecimiento acumuladas descritas en la figura 7.4 y el cuadro 7.6) de las variables de productividad marginal del trabajo de los sectores productivos salmonícola y mitilícola en el Fiordo de Reloncaví, frente al aumento del 100 % del capital de trabajo del sector salmonícola (K^F) la variable que presenta la mayor tasa de crecimiento acumulado fue la productividad marginal del trabajo del sector salmonícola con un 15,75 %, mientras que la productividad marginal del trabajo del sector mitilícola fue de solo un 1,59 %.

Como se señaló con anterioridad, bajo el supuesto de equilibrio en el mercado del trabajo es posible afirmar que se genera un impacto positivo sobre el empleo del salmonicultor y mitilicultor. Por lo tanto habrá un impacto positivo sobre el empleo agregado $L(L^h, L^F)$, frente al aumento de un 100 % del stock de capital del sector salmonícola, generando un aumento esté en un 17,34 %.

A partir de esta investigación se determinó que bajo el presente modelo existe una relación positiva entre material orgánico MO y la de captación de semilla de chorito, por lo que ante un aumento en la cantidad de materia orgánica presente en el cuerpo de agua se generará un impacto positivo en la captación de semilla de choritos.

Todos estos impactos incrementales que se generan por la variación positiva de la variable exógena de stock de capital del sector salmonícola (K^F) sobre la producción de salmón (F) y captación de semillas de choritos (h), tendrán impactos positivos sobre el empleo en el sector productivo de la salmonicultura (L^F) en el Fiordo de Reloncaví, la mitilicultura (L^h) y el nivel agregado $L(L^h, L^F)$.

Capítulo 8

Conclusiones

La presente investigación tiene por objetivo testear que la hipótesis que “un aumento en el stock de capital de la actividad salmonícola en el Fiordo de Reloncaví, genera un impacto agregado en el nivel de empleo del sector productivo salmonicultor y mitilicultor”, utilizando la metodología que consta de 3 sub-modelos, anteriormente expuesta en el capítulo 5.

Existen distintas discusiones respecto de los efectos que pueda tener el desarrollo de la actividad salmonícola y las distintas actividades productivas que son desarrolladas en un mismo cuerpo de agua y que compiten por el uso del borde costero del Fiordo de Reloncaví, generando costos de oportunidad entre los distintos usos.

Por ello, se hace necesario enfatizar la importancia que tienen las estadísticas asociadas a las distintas actividades productivas (salmonicultura y mitilicultura) que son desarrolladas en un mismo cuerpo de agua, con el objetivo de realizar caracterizaciones más fidedignas de la realidad. Al igual que, contar con estudios relacionados a las capacidades de carga de los medios naturales y condiciones medioambientales de éstos en forma periódica, para que los tomadores de decisiones cuenten con las herramientas necesarias a la hora de tomar decisiones respecto en al uso alternativo del Fiordo (borde costero).

En este estudio se encontraron resultados acorde con la literatura biológica de los autores Mazzola & Sara (2001), Wallace (1980), Jones & Iwama (1991), Lefebvre *et al.* (2000) y Lander *et al.* (2010), quienes reconocen una relación positiva entre las pérdidas de los alimentos administrados a los salmones y la captación de semillas de chorito (toneladas).

Al simular el impacto agregado sobre el empleo que se genera de un incremento en el stock de capital de la actividad salmonícola en el Fiordo de Reloncaví, se encontró que se generan impactos positivos en los niveles de empleo asociados al sector salmonícola, mitilícola y a nivel agregado. A su vez de los efectos positivos que se generan sobre la producción del sector salmonícola y la captación de semilla de Choritos en el Fiordo.

La presente investigación reconoce la posibilidad de existencia de endogeneidad entre la actividad salmonícola y la actividad de captación de semillas por variables exógenas no consideradas en el modelo expuesto en el capítulo 5, lo cual requiere de mayor estudio en el futuro.

Las principales contribuciones de esta investigación son:

- Estimar y medir los impactos que tiene la interrelación entre los sectores productivos salmonicultor y mitilicultor en términos de producción y empleo.
- Dar a conocer la falta de estadísticas de cosecha de semilla de choritos en el país, considerando que dicha actividad es generadora de empleos, divisas y de crecimiento económico, por su alta demanda en Asia y Europa. En la actualidad la única fuente de abastecimiento de larvas de choritos (Mejillones¹ se sustenta de la captación natural de larvas desde bancos naturales². Por lo cual es imprescindible para el desarrollo sustentable de este sector productivo contar con estadísticas periódicas y confiables.
- Dar a conocer la importancia de estudiar la interacción biológica y económica entre el cultivo de salmonideos y la actividad productiva de captación de semillas de Chorito.
- Por último, incentivar a los distintos investigadores del área de economía ambiental y de la biología a considerar dentro de sus estudios de capacidades de carga de los sistemas acuáticos, las distintas actividades productivas desarrolladas en dichas áreas, con el propósito de profundizar en los análisis multitróficos de la acuicultura en Chile y los posibles beneficios económicos para los actores económicos locales (pesca artesanal, turismo, acuicultura pequeña escala , entre otros) y/o regionales (acuicultura empresarial, entre otras).



¹Nombre comercial de e *Mytilus Chilensis*

²El Fiordo de Reloncaví es una de las áreas de retención de larvas de choritos más importantes del Sur de Chile, que concentra sobre el 70 % de la captación de semillas en la Región de los Lagos (Leiva *et al.* (2007))

Referencias

- A.BUSCHMANN, CABELLO, F., YOUNG, K., CARVAJAL, J., VARELA, D. & HENRÍQUEZ, L. (2009). Salmon aquaculture and coastal ecosystem health in Chile: Analysis of regulations, environmental impacts and bioremediation systems. *Journal of Ocean & Coastal Management*, **52**, 243–249.
- ALLEN, P., L.BOTSFORD, SCHUUR, A. & JOHNSTON, W. (1984). Bioeconomics of aquaculture. *Elsevier, Amsterdam*, **351**.
- ANDERSON, J. (1985). Private aquaculture and commercial fisheries: Bioeconomics of salmon ranching. *Journal of Environmental Economics and Management*, **12**, 353–370.
- ARROW, K., BOLIN, B., COSTANZA, R., DASGUPTA, P., FOLKE, C., HOLLING, C., JANSSON, B., LEVIN, S., MALER, K., PERRINGS, C. & PIMENTEL, D. (1995). Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Science*, **268**.
- ASAMOAH, E., EWUSIE, F., OSEI-ASARE, Y., ADDO, S. & SUMAILA, U. (2012). A production function analysis of pond aquaculture in southern Ghana. *Aquaculture Economics & Management*, **16.3**, 183–201.
- BATTISTA, W., ELLIS, J., JACOBSEN, K., KAPLAN, L., PRICE, J. & VILLAREAL, M. (2012). Bioeconomic modeling of salmon farming practices in southern Chile. *Wildlife Conservation Society*.
- BEVERIDGE, M. (1987). Cage aquaculture. *Fishing News Books Ltd, England*.
- BEVERIDGE, M., ROSS, L. & KELLY, L. (1994). Aquaculture and biodiversity. *Ambio*, **23**, N°8, 497–502.
- BHANUMURTHY, K. (2002). Arguing a case for the Cobb-Douglas production function. *Review of Commerce Studies*.
- BJORDAL, T., LANE, D. & WEINTRAUB, A. (2004). Operational research models and the management of fisheries and aquaculture: A review. *European Journal of Operational Research*, **156**, 533–540.
- BUSCHMANN, A., STEAD, R., HERNÁNDEZ, M., PEREDA, S., PAREDES, J. & MALDONADO, M. (2013). Un análisis crítico sobre el uso de macroalgas como base para una acuicultura sustentable. *Revista Chilena de Historia Natural*.
- B.WORM, HILBORN, R., BAUM, J., BRANCH, T., COLLIE, J., COSTELLO, C., FOGARTY, M., FULTON, E., HUTCHINGS, J., JENNINGS, S., JENSEN, O., LOTZE, H., MACE, P., McCLANAHAN, T., MINTO,

- C., PALUMBI, S., PARMA, A., RICARD, D., ROSENBERG, A., WATSON, R. & ZELLER, D. (2009). Rebuilding global fisheries. *Science*, **325**, 578–585.
- CACHO, O. (1997). Systems modelling and bioeconomic modelling in aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, **1:1-2**, 45–64.
- C.MILLER (2004). Biological oceanography. *Malden, MA:Blackwell Publishing*.
- DÍAZ, E. (2010). Mitílidos en la región de los lagos- condiciones de trabajo en la industria de chorito. Tech. rep., Dirección del Trabajo.
- DELGADO, C., WADA, N., ROSEGRANT, M., MEIJER, S. & AHMED, M. (2003). The future of fish-issues and trends to 2020. Tech. rep., International Food Policy Research Institute and World Fish Center.
- FELIPE, J. & MEHTA, A. (2008). *Production function, 2nd edition*. International Encyclopedia of Social Sciences.
- FIGUEROA, Y. & DRESDNER, J. (2014). Factores determinantes en la oferta de colectores de semilla de chorito (*mytilus chilensis*) producidos en Áreas de manejo de la región de los lagos, Chile. *Departamento de Economía, Universidad de Concepción, Programa Magíster en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente*.
- FISHING PARTNERS LTDA (2005). Estado de situación y perspectivas de la industria del chorito. *ASESORIAS, CAPACITACION, REPRESENTACIONES, COMERCIALIZACION Y SERVICIOS PESQUEROS Y ACUICOLAS*.
- FOLKE, C. & KAUTSKY, N. (1989). The role of ecosystems for a sustainable development of aquaculture. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, **Vol. 18, No. 4**, 234–243.
- FUNDACIÓN CHINQUIHUE (2012). Estudio de Mercado Calidad de Semillas de Mejillón: Desarrollo de Capacidades de Gestión de Negocios en Pescadores Artesanales Mitilicultores del Estuario de Reloncaví, Incorporando el Concepto de Gestión de Calidad. Tech. rep., Proyecto FONDEF-HUAM AQ08I1018.
- GALILEA, P. (2012). Informe final: Seguimiento económico de las principales pesquerías nacionales, 2011. Tech. rep., Subsecretaría Nacional de Pesca.
- GARCIA, F. (2005). Salmones en Chile-el negocio de comerse el mar doc n°4: Análisis de los efectos sociales y ambientales de la producción de salmón en Chile bajo la perspectiva de soberanía alimentaria. *Veterinarios sin fronteras*.

- GOLDBUG, J., ELLION, M. & NAYLOR, R. (2001). Marine aquaculture in the united states. *Enviromental Impacts and Policy Options*.
- GONZÁLEZ, H., M. CALDERÓN, CASTRO, L., CLEMENT, A., CUEVAS, L., DANERI, G., IRIARTE, J., LIZÁRRAGA, L., MARTÍNEZ, R., MENSCHER, E., SILVA, N., CARRASCO, C., VALENUZUELA, C., VARGAS, C. & MOLINET, C. (2010). production and its fate in the pelagic food web of the reloncaví fjord and plankton dynamics of the interior sea of chiloé, northern patagonia, chile. *Marine Ecology Progress*, **402**, 13–30.
- IRIARTE, J., GONZALEZ, H. & NAHUELHUAL, L. (2010). Patagonian fjord ecosystems in southern chile as a highly vulnerable region: Problems and needs. *A Journal of the Human Enviroment*, **39**, 463–466.
- JACKSON, J., KIRBY, M., BERGER, W., BJORNDALE, K., BOTSFORD, L., BOURQUE, B., BRADBURY, R., COOKE, R., ERLANDSON, J., ESTES, J., HUGHES, T., KIDWELL, S., LANGE, C., H.LANGE, PANDOLFI, J., C.PETERSON, STENECK, R., TEGNER, M. & WARNER, R. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, **293**, 629–637.
- JAMES, D. (2009). Aquaculture production and biodiversity conservation. *BioScience*, **59**, No. 1, 27–38.
- J.KATZ, LIZUKA, M. & MUÑOZ, S. (2011). Creciendo en base a los recursos naturales, tragedias de los comunes y el futuro de la industria salmonera chilena. Tech. Rep. ISSN: 1020-5179, CEPAL and Naciones Unidas, Santiago , Chile.
- JONES, T. & IWAMA, G. (1991). Polyculture of the pacific oyster, *crassostrea gigas* (thunberg), with chinook salmon, *oncorhynchus tshawytscha*. *Aquaculture*, **92**, 303–322.
- KARAGIANNIS, G. & KATRANIDIS, S. (2000). A production function analysis of seabass and seabeam production in greece. *J. World Aquacult. Soc*, **313**, 297–305.
- LANDER, T., ROBINSON, S., MARTIN, J. & MACDONALD, B. (2010). A two-year comparison of spawning and spat settlement cycles in blue mussels (*mytilus edulis*) from a salmon farm and its implications for integrated multi-trophic aquaculture (imta) in the bay of fundy. Tech. Rep. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 2848, Fisheries and Oceans Canada, Science Branch , Maritimes Región.
- LAWSON, T.B. (1995). *Fundamentals of Aquacultural Engineering*. Chapman & Hall.
- LEFEBVRE, S., BARILLE, L. & CLERC, M. (2000). Pacific oyster *crassostrea gigas* feeding responses to a fish-farm effluent. *Aquaculture*, **187** (1-2), 185–198.

- LEIVA, G., SANIBAÑEZ, C., BARTHELD, J., C.MOLINE & NAVARRO, J. (2007). Definición de criterios biológicos, ambientales, sanitarios y operativos para la instalación de colecores de moluscos bivalvos en la x región. Tech. rep., Proyecto FIP 2005–18.
- M.AVENDAÑO, CÁNTILLÁNEZ, M., PENNEC, M.L., VARELA, C. & GARCÍAS, C. (2011). Distribución temporal de larvas de *mytilus chilensis* (hupé, 1954) (mollusca: Mytilidae), en el mar interior de chiloé , sur de chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, **39(3)**, 416–426.
- MAZZOLA, A. & SARA, G. (2001). The effect of fish farming organic waste on food availability for bivalve molluscs (gaeta gulf, central tyrrhenian, med): stable carbon isotope analysis. *Aquaculture*, **192**, 361–379.
- MCCAUSLAND, W., E.MENTE, PIERCE, G. & THEODOSSIOU, I. (2006). A simulation model of sustainability of coastal communities: Aquaculture, fishing, environment and labour markets. *Ecological Model*, **193**, 271–294.
- MORENO, M. & VASQUEZ, F. (2013). Estimación del beneficios económico indirecto de un fiordo en la patagonia chilena. *Departamento de Economía, Universidad de Concepción, Programa Magíster en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente.*
- MUNZIR, A. & HEIDHUES, F. (2002). *Toward sustainable development of floating net cage culture for income security in rural Indonesia: A case study of common carp production at Lake Maninjau, Indonesia.* In: *Rural Aquaculture*. Wallingford, UK: CAB International.
- NERRIE, B., HATCH, L., ENGEL, C. & SMITHERMAN, R. (1990). The economics of intensifying catfish production: a production function analysis. *J. World Aquacult. Soc.*, **21**, 350–356.
- ONAL, H., MCCARL, B. & GRIFFIN, W. (1991). A bioeconomic analysis of the texas shrimp fishery and its optimal management. *American Journal of Agricultural Economics*, **73 N°4**, 1161–1170.
- PAULY, D., CHRISTENSEN, V., GUÉNETTE, S., T.PITCHER, SUMAILA, U., WALTERS, C., WATSON, R. & ZELLER, D. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, **418**, 689–695.
- PROYECTO FIP 2007-21 (2007). Evaluación de la capacidad de carga del Estuario Reloncaví, X Región. Tech. rep., Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia.
- R.ASMAH (2008). Development potential and financial viability of fish farming in ghana. *Institute of Aquaculture, University of Stirling.*
- R.NAYLOR, GOLDBURG, R., PRIMAVERA, J., KAUTSKYŠK, N., BEVERIDGE, M., CLAY, J., FOLKE, C., LUBCHENCO, J., MOONEY, H. & TROELL, M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, **405**, 1017–1024.

- R.O'RYAN, NIKLITSCHK, M., NIKLITSCHK, E., ULLOA, A. & GLIGO, N. (2010). Trade liberalization, rural poverty and the environment: A case study of the forest and salmon sectors in chile. In *Vulnerable Places, Vulnerable People.*, ISBN 978 1 84844 343 3, 14–41, A co-publication of The World Bank, WWF and Edward Elgar.
- SAAVEDRA, G. & MACÍAS, A. (2012). Tradición e innovación en las comunidades de pesca artesanal del sur de chile: Hacia un enfoque reflexivo del desarrollo endógeno. *Revista de Antropología Iberoamericana*, **7**, 33–64.
- S.GILBERT, JAMES, A. & DEQIN, C. (1996). A multilevel, multiobjective policy model: The case of marine aquaculture development. *American Journal of Agricultural Economics*, **78 N°1**, 79–88.
- SHAFTTEL, T. & B.WILSON (1990). A mixed-integer linear programming decision model for aquaculture. *European Journal of Operational Research*, **11**, 31–38.
- SHANG, C. (1990). Aquaculture economic analysis: An introduction. *World Aquaculture Society*.
- SOTO, D., & NORAMBUENA, F. (2004). Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern chile: A large-scale mensurative experiment. *Journal of Applied Ichthyology*, **20**, 493–501.
- SYLVIA, G., ANDERSON, J. & CAI, D. (1996). A multilevel, multiobjective policy model: The case of marine aquaculture development. *American Journal of Agricultural Economics*, **78**, 79–88.
- WALLACE, J. (1980). Growth rates of different populations of the edible mussel, *mytilus edulis*, in north norway. *Aquaculture*, **19(4)**, 303–311.
- ZUÑIGA, S. & SFEIR, R. (2005). Dianostico económico y social de la acuicultura en chile. Tech. rep., Proyecto FIP 2002–24.