



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

¿Quién debe pagar los costos de administración de un
sistema de Cuotas Individuales Transferibles?:

Una aplicación basada en simulaciones numéricas a la pesquería
de Sardina Común y Anchoqueta de la zona centro-sur de Chile.

Montserrat Elena María Miller Valdivia
Concepción, Chile.

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

Agradezco el apoyo brindado a esta investigación por CONICYT-Chile mediante apoyo a tesis a través del Proyecto Fondecyt Regular 1110073 y CONICYT/FONDAP/15110027

2014

Profesor Guía: Carlos Chávez, Ph.D.
Profesor Co-Guía: Hugo Salgado, Ph.D.
Facultad de Cs. Económicas y Administrativas
Universidad de Concepción

Índice

1. Introducción	7
2. Objetivos	8
2.1. Objetivo General	8
2.2. Objetivos Específicos	8
3. Marco Teórico	9
3.1. Revisión de Literatura	9
3.1.1. Administración pesquera basada en cuotas individuales transferibles	9
3.1.2. Costos de administración pesquera en un sistema de cuotas individuales transferibles	9
3.1.3. Costos de Administración pesqueros en Chile versus el resto del mundo.	11
3.2. Modelo básico para una pesquería bajo CIT con Costos de Administración	14
3.3. El problema que resuelve el regulador	17
4. Descripción de actividades de fiscalización en Chile y de la pesquería bajo análisis.	18
4.1. Características y antecedentes de la pesquería	18
4.2. Desembarque de Anchoveta y Sardina Común	19
4.3. Actividades de Fiscalización en Chile	20
5. Metodología y Datos	22
5.1. Metodología general	22
5.2. Metodología Específica	23
5.2.1. Metodología objetivo específico 1:	23
5.2.2. Metodología objetivo específico 2	25
5.2.3. Metodología objetivo específico 3:	27
5.3. Datos	27

6. Resultados **28**

6.1. Equilibrio en el mercado de cuota 29

 6.1.1. Análisis de la distribución de los costos de administración sobre el stock de equi-
librio estacionario. 35

6.2. Costos de Administración, cuota óptima y equilibrio en estado estacionario 39

 6.2.1. Análisis de distribución de costos de administración y cuota óptima. 39

7. Conclusiones **44**

8. Referencias **46**

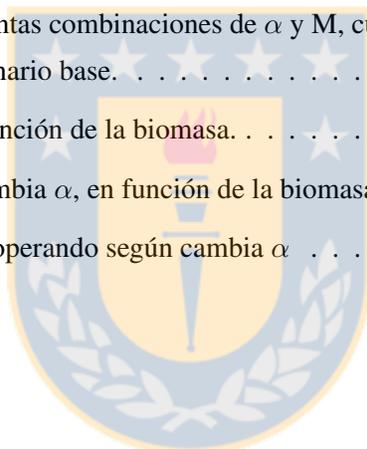


Índice de figuras

1.	Inversión en investigación, periodo 2003 - 2013. Miles de \$ (Cifras a Diciembre de 2012)	14
2.	Desembarque Industrial Sardina Común y Anchoqueta 2001-2012	20
3.	Desembarque Sardina y Anchoqueta 2005-2012 por Región.	20
4.	Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando no varía la CGC, Biomasa ni precio de playa, para el año 2012.	29
5.	Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando la biomasa aumenta un 100 %, para el año 2012.	30
6.	Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando la CGC aumenta un 100 %, para el año 2012.	30
7.	Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando aumenta Precio de Playa en 100 %.	31
8.	Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando la Biomasa disminuye a la mitad y el Precio de playa junto con la CGC permanecen constante, para el año 2012.	32
9.	Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando la CGC disminuye a la mitad y el Precio de playa junto con la Biomasa permanecen constante, para el año 2012.	33
10.	Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando el Precio de Playa cae un 50 %, para el año 2012.	33
11.	Relación Biomasa vs CGC cuando no existen costos de administración, (α puede tomar cualquier valor dado que $M=0$)	36
12.	Relación Biomasa vs CGC cuando los costos de administración, son cargados por la industria.	37
13.	Relación Biomasa vs CGC cuando los costos de administración, son pagados por mitades.	37
14.	Relación Biomasa vs CGC cuando los costos de administración, son pagados por el Gobierno.	38
15.	Relación Biomasa vs CGC y crecimiento del stock	38
16.	Simulación Biomasa v/s Cuota Industrial, para cualquier valor de α para 10 años.	39
17.	Relación entre Biomasa vs CGC y Biomasa vs α	40
18.	Relación entre Biomasa y Precio del mercado de cuota, para distintos niveles de α	41

Índice de cuadros

1.	Comparativo de costos de administración según OECD para el año 1999 y para Chile año 2007	11
2.	CIT y Financiamiento de Investigación Científica y Fiscalización	13
3.	Naves inscritas y autorizadas para operar sobre Anchoqueta y Sardina Común en 2012. Regiones V a X, capacidad de bodega acumulada y armadores industriales.	19
4.	Cuotas globales anuales de captura de Anchoqueta y Sardina Común, año 2012.	19
5.	Estimaciones de parámetros de función de captura	28
6.	Precio de la cuota para distintas combinaciones de α y M, en el escenario base.	34
7.	Precio de la cuota para distintas combinaciones de α y M, cuando el precio de playa aumenta un 100 % respecto del escenario base.	35
8.	Precio de la cuota para distintas combinaciones de α y M, cuando la biomasa disminuye a la mitad respecto del escenario base.	35
9.	CGC según cambia α , en función de la biomasa.	41
10.	Precio de la cuota según cambia α , en función de la biomasa.	42
11.	Número de embarcaciones operando según cambia α	42



Agradecimientos

En primer lugar, a mi mamá, Karina, por la vida, por darme los pilares fundamentales para ser una
persona de bien.

Sé que desde el Cielo, es la mamá más orgullosa de su hija, iluminando mi camino, día a día.

A mis profesores guías. Al profesor Carlos Chávez por su ayuda y al profesor Hugo Salgado, por su apoyo incondicional, empuje, por las oportunidades brindadas a lo largo de mi estadía en el Magíster (UCSB), por alentarme en los momentos en que ya no quedaban energías, pero sobre todo, por su empática forma de traspasar conocimientos, afianzando mi formación profesional.

A mi pololo, Cristian, por su paciencia, comprensión y por creer en mi, dándome ánimo y fuerzas para
seguir adelante.

A mis amigos, Tito Guerra y Toño Barrales, por darse el tiempo para ayudarme en la programación de esta investigación, independientemente de la distancia y diferencia horaria. A ellos también les deseo mucho éxito en su Ph.D. en Economía, son unos grandes investigadores.

A Cami, Tía Vivi, Tío Fernando y Alonso, por ser como una familia para mi y apoyarme en todo.

A mis compañeros y amigos del MERNYMA y MAGEA, en especial, a la generación 2011.

A Domi, por su excelente voluntad.

1. Introducción

La actividad pesquera en Chile ha recibido creciente atención debido a la importancia que posee desde un punto de vista económico y social. El compendio estadístico, “1.4 Estadísticas de Trabajo y Previsión” del Instituto Nacional de Estadísticas informa que a abril de 2013 se observaron 60.300 personas directamente ocupadas en el sector pesquero, y a su vez, la actividad pesquera representó en el año 2012 un 4,5 % del PIB. ¹

Es por esto que desde un tiempo a la fecha ha venido surgiendo preocupación sobre los recursos pesqueros del país y su extracción sostenible en el tiempo. Entre los modelos de regulación, se ha implementado en Chile un sistema de Cuotas Individuales Transferibles (CIT), el cual aborda dos aspectos, el biológico y el económico.² En el aspecto biológico, este sistema genera incentivos a los pescadores para evitar que el recurso en cuestión se sobreexplota. Desde el punto de vista económico se generan incentivos para que los pescadores manejen de forma eficiente sus flotas.

El uso de un sistema de Cuotas Individuales Transferibles ofrece una oportunidad para las pesquerías de lograr la cuota total disponible con el máximo beneficio social. Sin embargo, usualmente han sido ignorado los estudios referidos a los costos de administración de sistemas regulados bajo CIT. La implementación y administración de una pesquería regulada bajo CIT envuelve significativas actividades administrativas, tales como, formulación e implementación de políticas públicas, monitoreo y fiscalización para detectar comportamiento ilegal y por último, investigación económica y marina. Todo lo anterior puede tener importantes costos de administración de la pesquería. ³ Así, el nivel de los costos de administración y en quién recaen éstos (Gobierno o industria pesquera) podría tener impactos significativos en el diseño y en el funcionamiento de un sistema CIT.

En esta tesis se analiza empíricamente, mediante un caso de estudio de la pesquería industrial de Sardina Común y Anchoqueta de la zona centro-sur de Chile, los efectos que tienen los costos de administración sobre un diseño óptimo de un programa de CIT y cómo estos deben ser distribuidos entre la industria pesquera y el Gobierno. El análisis está basado en el desarrollo de simulaciones numéricas. Actualmente esta pesquería se encuentra operando bajo un sistema de CIT.

El propósito de esta investigación es estudiar el efecto que tiene la distribución de los costos de administración sobre el equilibrio del tamaño de flota y el funcionamiento de un mercado de cuota de la pesquería en estudio.

El análisis se enfoca principalmente en dos grandes ámbitos. Primero, sobre eficiencia, en este caso es más eficiente que la industria cubra sus propios costos a que el Gobierno lo haga, ya que, cuando se

¹Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Banco Central de Chile.

²En el año 2001 se implementó en Chile el sistema de Límite Máximo de Captura por Armador, con Cuotas Individuales con transferibilidad limitada (Ley 19.713), luego, el 9 de Febrero de 2012 comienza a regir el sistema de Cuotas Individuales Transferibles, según Ley 20.657.

³Arnason (2000).

paga por algo se puede exigir o demandar un mejor servicio, además, si el Gobierno fuera el que pagara los costos de administración tendría que cubrirlos a través de cobros de impuestos en otros mercados generando pérdidas de eficiencia en estos últimos. Si los costos de administración dependen del precio de la cuota, el hecho de que paguen los pescadores hará que estos se salgan del mercado, lo que reducirá la presión sobre la demanda de cuota y con ello la disminución de la presión sobre el precio de equilibrio de la cuota y, por lo tanto, habrá menos incentivos a transgredir la cuota, lo que reducirá los costos de fiscalización. Segundo, sobre la conservación del recurso, puesto que, se fija una cuota que permite la recuperación del recurso en el largo plazo.

El informe final de tesis está estructurado de la siguiente manera: en la sección 2 se examina el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación propuesta, en la sección 3 se desarrolla el marco teórico, en donde se analiza la revisión de literatura y el modelo teórico. Luego, en la sección 4 se describe la pesquería de Sardina Común y Anchoqueta para la zona Centro-Sur de Chile. En la sección 5 se desarrolla la metodología que se aplicará según los objetivos y se presentan los datos que serán utilizados. Posteriormente, en la sección 6 se presentan resultados y para finalizar, en la sección 7 se comentan las conclusiones.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

El objetivo general de esta tesis es estudiar, mediante simulaciones numéricas, el impacto de los costos de administración y su distribución, es decir, si los costos son pagados por el Gobierno o la industria pesquera, sobre el funcionamiento de un sistema de cuotas individuales transferibles, en la pesquería de Sardina Común y Anchoqueta de la zona centro-sur de Chile.

2.2. Objetivos Específicos

Como objetivos específicos se pretende:

- Estudiar el efecto de diferentes niveles de costos de administración y distinta distribución de los mismos entre el gobierno y la industria, en el equilibrio de mercado de cuota para el caso de la pesquería industrial de Sardina Común y Anchoqueta de la zona centro sur de Chile.
- Analizar, mediante simulaciones numéricas, la distribución óptima del financiamiento de los costos de administración de un sistema de CIT en conjunto con la cuota global.
- Estudiar, mediante simulaciones numéricas, el impacto de la distribución de costos de administración sobre el stock de equilibrio de estado estacionario.

3. Marco Teórico

En esta sección se exploran dos puntos. Primero, la revisión de literatura, clasificada en administración pesquera basada en CIT y costos de administración para un sistema de CIT. Segundo, el modelo teórico básico en que se basan las simulaciones numéricas y el problema dinámico.

3.1. Revisión de Literatura

3.1.1. Administración pesquera basada en cuotas individuales transferibles

Según Buck (1995), un sistema de CIT es un privilegio asignado para capturar una porción específica de la CGC (Cuota Global de Captura) en forma de cuotas divididas. Las CIT se obtienen dividiendo la cuota total anual en porciones individuales. Las CIT son transferibles, lo que significa que los dueños de las embarcaciones podrán vender sus cuotas o comprarlas, en algunos casos, arrendar su porción de cuota dependiendo de cuánto desean participar en el mercado. El criterio de asignación inicial para CIT es controversial, sin embargo, usualmente se basa en las capturas históricas, para beneficiar a los pescadores que se encontraban activos antes de la introducción del sistema.

Los programas de CIT intentan reducir la *sobreinversión*, promover la conservación del stock, mejorar las condiciones de mercado y promover la seguridad en las flotas. Estos sistemas garantizan una porción de las capturas totales, por lo que también disminuyen la llamada carrera olímpica y permite flexibilidad sobre los precios y sobre la decisión del momento de pescar (Buck, 1994).

Los sectores de pesca industrial y artesanal en Chile requieren consolidar esquemas de administración pesquera que promuevan la racionalización de sus esfuerzos de pesca, ajustándolos en general hacia recursos marinos menos abundantes. Un sistema basado en cuotas individuales transferibles, es la mejor opción disponible, especialmente para el sector industrial (Peña-Torres, 2002)

Las asignaciones individuales ayudan a organizar soluciones en conjunto para racionalizar los esfuerzos de pesca. Mientras que la transferibilidad promueve soluciones económicamente eficientes al problema llamado Carrera Olímpica. Peña-Torres propone, una asignación inicial de CIT con base en presencia histórica, condicionando el derecho de uso de las CIT al pago de patentes anuales que permitan financiar los costos de administrar y fiscalizar el sistema de CIT.

3.1.2. Costos de administración pesquera en un sistema de cuotas individuales transferibles

La necesidad de administrar las pesquerías deriva fundamentalmente del hecho que los peces son un recurso de propiedad común. Es bien sabido, por teoría y experiencia, que los recursos de propiedad común serán sobreexplotados y posiblemente irreversiblemente agotados a menos que exista un adecuado manejo de los mismos. Debido a los efectos externos que envuelve la actividad económica y pesquera, la administración es de crucial importancia.

Los costos de administración deben ser considerados en el diseño óptimo de un sistema de regulación de la pesca, incluido un sistema de CIT.

Considerando que el propósito de la administración pesquera es incrementar el flujo de beneficios netos correspondiente a la actividad pesquera, los costos de administración deben ser considerados en el diseño óptimo de un sistema de regulación de la pesca, incluido un sistema de CIT. A pesar de esto, los costos de administración de un sistema pesquero han recibido poca atención en la literatura académica de economía pesquera. Una posible explicación de esta omisión es el supuesto implícito de que los costos de administración son generalmente, pequeños con respecto a los beneficios y consecuentemente, tienen menor importancia.

La existencia de costos de administración relevantes hace plantearse la pregunta de cómo éstos deberían financiarse. ¿Quién debe pagar y por qué?. Este es un problema conocido en finanzas públicas y en el precio de los servicios públicos (Atkinson y Stiglitz, 1980). Más recientemente, la misma pregunta ha sido cada vez más enmarcada en términos de quién debería ser el proveedor de la administración, el gobierno o la industria (Arnason, 1999).

Aunque están ausentes en gran parte de la literatura académica, los costos de administración y cómo deben ser financiados están recibiendo cada vez más atención en la práctica de regulación de las pesquerías alrededor del mundo. En Nueva Zelanda y Australia, una parte significativa de los costos de administración pesquera se recupera desde la industria (Programa de recuperación de costos) y en Australia se está tratando de incrementar el porcentaje de recuperación de los costos de administración. Por un lado, en Australia alrededor de la mitad de los costos de administración es catalogado como costo recuperable. Por otro lado, en Nueva Zelanda aproximadamente el 5 % del valor de los desembarques es recolectado de forma de recuperar los costos de administración de las pesquerías. Esto cubre una gran parte, aunque no todos los costos de administración en Nueva Zelanda (Anthony Cox, 2000)

Un argumento común para el cobro de costos es que la propia industria es el principal beneficiario de la gestión y administración pesquera, por lo tanto, deberían pagar por ello. Este enfoque parece derivar de las ideas de justicia y equidad. Un enfoque más económico a este problema sería centrarse en los efectos de asignación de recursos de los diferentes métodos de financiamiento para costos de administración. Desde esta perspectiva, los cobros de los costos de administración de la industria tienen ciertas ventajas, por ejemplo, podrían proporcionar un vínculo muy necesario entre la prestación y utilización de servicios de administración pesquera. La industria pesquera es el usuario y probablemente, el principal beneficiario de estos servicios, mientras que el proveedor predominante de los servicios es el gobierno, que también, en la mayoría de los países, asume la mayor parte de los costos. Es lógico pensar que un vínculo más estrecho entre el costo de la prestación de servicios de administración pesquera y de los beneficios tendería a una mayor eficiencia en el uso de los recursos económicos.

Otra explicación de eficiencia para que la industria pesquera pague los costos de administración es que si estos costos dependen del precio de la cuota, podría pasar que existan menos pescadores operando,

lo que reducirá la presión sobre la demanda de cuota y con ello la presión sobre el precio de equilibrio de cuota, por ende, existirán menos incentivos a violar la cuota, lo que disminuye los costos de fiscalización.

Cabe destacar que este argumento es reciente, y fue provisto por Chávez y Stranlund (2013).

3.1.3. Costos de Administración pesqueros en Chile versus el resto del mundo.

En la Tabla 1 se muestra que en el año 2007 Chile gastó un 4 % en investigación, un 13 % en fiscalización y un 37 % en administración respecto del promedio de los países de la OECD en el año 1999.

Tabla 1: Comparativo de costos de administración según OECD para el año 1999 y para Chile año 2007

País	Investigación (usd/ton)	Fiscalización (usd/ton)	Administración(usd/ton)	Total
Australia	46	31	17	94
Canadá	53	50	60	163
Unión Europea	232	265	118	615
Islandia	14	12	2	28
Japón	220	106	141	467
Korea	28	246	48	322
Nueva Zelanda	8	9	11	28
Noruega	30	83	10	123
Estados Unidos	203	171	241	615
Chile, 2007	4	14	29	47
Promedio OECD	93	108	78	273
Chile/Promedio OECD	4 %	13 %	37 %	17 %

Gastos de Administración Pesquera, según OECD 1999

En el año 2007, Chile gastaba en Investigación un 4 % del promedio de la OECD en 1999, un 13 % en Fiscalización del promedio de la OECD en 1999 e invertía un 37 % en Administración pesquera del promedio de la OECD en 1999. Esto nos muestra índices muy relevantes, ya que, podemos comparar nuestro país con respecto a los países pertenecientes a la OECD y tener como referencia cómo podemos seguir evolucionando para alcanzar estos estándares.

Sin duda que la fiscalización eficaz es un pilar fundamental para que los sistemas de CIT logren mejoras en la sustentabilidad de un recurso pesquero y en la eficiencia económica del esfuerzo de pesca. La implementación de fiscalización y monitoreo implican costos de administrar una pesquería.

En la Ley 19.106 de 1991 se introdujo un sistema de fiscalización que aumenta la importancia de esfuerzos de auditoría, con base en un sistema dual de información: informes sobre la captura por viaje de cada nave, e informes de plantas procesadoras sobre el uso de capturas y sus proveedoras. Luego, el año 2000 comenzó a operar un sistema de monitoreo satelital para rastrear la localización en alta mar de

las naves pesqueras industriales. Posteriormente, la Ley 19.713 de 2001 introdujo una serie de medidas para mejorar la fiscalización, por ejemplo, firmas privadas están a cargo de monitorear y certificar los desembarques por armador en cada viaje de pesca. La participación en esta actividad se decide vía licitación pública. Por un lado, los armadores industriales que realicen actividades de pesca extractiva tienen la obligación de aceptar a bordo observadores designados y financiados por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), para efectos de recopilar información sobre su captura. La misma obligación tienen los administradores de plantas de proceso, respecto de observadores con la misión de monitorear patrones de producción en plantas de proceso. Por otro lado, se agrega atribuciones al Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) con el objetivo de mejorar la efectividad de sus tareas de control y fiscalización y se introducen sanciones explícitas por: pescar sobre la cuota individual asignada; desembarcar captura y no informar o no certificar adecuadamente; efectuar descartes de especies capturadas; y pescar sin autorización en áreas de reserva artesanal (Ley 19.106, 1991).

En Chile, las naves industriales pagan una patente anual, tipo impuesto *lump-sum* (fijo), que se destina en proporción importante a financiar estudios aplicados a tareas de manejo pesquero. Los montos recaudados no son poco significativos: entre \$4.500-\$5.000 millones anuales. En torno al 50 % del total recaudado se destina a financiar investigación aplicada al sector pesquero, con foco predominante en aspectos biológicos y de tecnologías de pesca (Peña-Torres, 2002).

La Tabla 2 muestra ejemplos de pesquerías en Canadá, Nueva Zelanda e Islandia, países donde la propia industria pesquera contribuye a financiar en proporción significativa los costos totales de administrar y fiscalizar las CIT en uso.

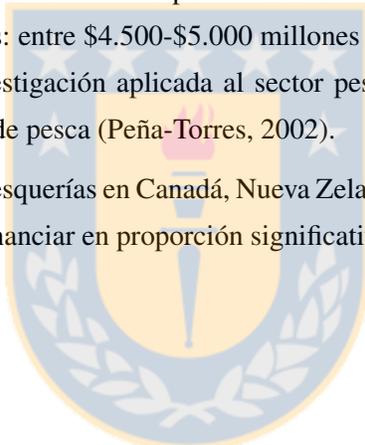


Tabla 2: CIT y Financiamiento de Investigación Científica y Fiscalización

País	Pesquería	Financiamiento de Costos de Investigación (CI) y de Fiscalización (CF)
Canada	Halibut, British Columbia	100 % CF: es pagado por poseedores de CITs
	Sablefish, British Columbia	100 % CI y CF: pagado por poseedores de CITs
Nueva Zelanda	En el total de las pesquerías bajo CITs	Desde Octubre 1994: 80 % de CI y CF es pagado por poseedores de CITs (años 94 y 95). Antes: impuesto lump-sum era cobrado en todas las pesquerías bajo CITs, pero sin existir un vínculo explícito con la recuperación de los costos de administración de las CITs.
	Orange Roughy	Diversos CI han sido financiados en conjunto por poseedores de CITs. (US\$ 5 millones durante los 1990s)
Islandia	En el total de las pesquerías bajo CITs	0,4 % del valor de la cuota anual es dedicado a pagar los costos de administrar CITs (en total esos costos han fluctuado en torno al 1,3 % del valor de la cuota total anual). Esto es pagado en proporción a las tenencias de CITs.

Fuente: Grafon (1996)

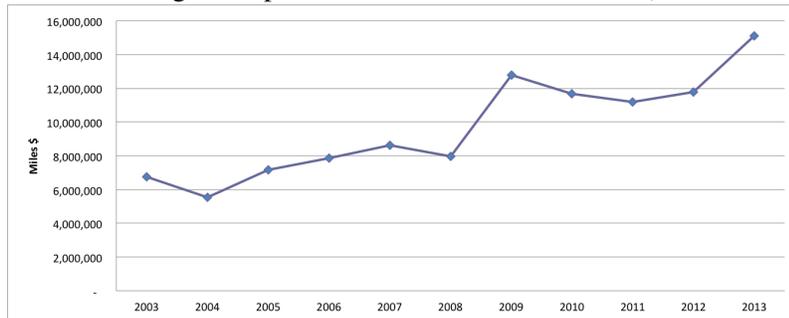
Cuando las CIT comienzan a operar en una pesquería y se consolidan como visión dominante que ellas constituyen derechos defendibles frente a la Ley, grupos de empresarios y/o trabajadores pesqueros pueden terminar cooperando para internalizar diversos beneficios asociados a invertir en activos con características de bienes semi-públicos, como lo son el conocimiento científico aplicado o los esfuerzos de fiscalización. Condiciones que facilitan este tipo de cooperación a la vez aumentan las posibilidades de éxito al usar CIT. Como condiciones favorables al implementar un sistema de CIT se pueden encontrar, (i) límites bien definidos para la pesquería; (ii) flotas relativamente homogéneas respecto a las tecnologías de pesca en uso y (iii) derechos de pesca adecuadamente fiscalizados.

Se dispone de información respecto a montos de inversión en investigación que realizó la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) durante el periodo 2003-2013.

En el Gráfico 1 siguiente, que se obtuvo a través de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, se muestran los gastos en investigación pesquera han tenido un notorio aumento de aproximadamente \$700 millones en el año 2003 hasta \$1500 millones en el año 2013. Estos costos corresponden a Estudios

Básicos; Transferencias al IFOP y F.I.P.

Gráfico 1: Inversión en investigación, periodo 2003 - 2013. Miles de \$ (Cifras a Diciembre de 2012)



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a través de Subpesca.

3.2. Modelo básico para una pesquería bajo CIT con Costos de Administración

En esta subsección se presenta el modelo conceptual de una pesquería regulada bajo Cuotas Individuales Transferibles considerando costos de administración, propuesto por Chávez y Stranlund (2013). A través del modelo es posible analizar cómo la distribución de los costos de administración afectan al equilibrio en el mercado de cuota y al número de naves operando y cómo esto ayuda a analizar cuál es la distribución apropiada, desde un punto de vista social, entre el gobierno y la industria.

El análisis se basa en un modelo de sistema de CIT perfectamente competitivo. Los beneficios de un pescador están dados por la diferencia entre las ganancias totales y los costos totales de la actividad pesquera. Sea q el nivel de captura individual en un periodo y se asume que el precio competitivo de playa es p . El stock de la biomasa en un periodo es B . Los costos de captura de un pescador está dado por $c(q, B,) + \lambda$ (donde λ son los costos fijos), el componente variable de los costos de captura $c(q, B)$, es el mismo para todos los pescadores y es estrictamente creciente en las capturas q , estrictamente decreciente en el tamaño del stock B y estrictamente convexa en q . En el modelo se asume que $c_{qB} < 0$, lo que indica que el costo marginal de captura disminuye cuando aumenta la abundancia de la especie. Los costos fijos λ varían por pescador y es la única medida de heterogeneidad dentro del modelo y q^0 es la asignación inicial de cuota para cada pescador.

La tenencia de una cuota confiere el derecho legal de capturar una unidad del recurso, por ejemplo, una tonelada. Las capturas totales disponibles en un periodo son Q . Las cuotas se transan a un precio competitivo de w . Se asume además, para todo el análisis, que el regulador es capaz de mantener perfecto cumplimiento con el sistema de cuotas, lo que implica que por cada pescador, las cuotas que se mantienen después de las transacciones en el mercado de cuotas son iguales a sus capturas⁴.

Sin embargo, probablemente hay costos que no varían con el precio de la cuota, pero se incrementan con el número de pescadores.

⁴El diseño de una estrategia de fiscalización que induce perfecto cumplimiento requiere que cada pescador enfrente una sanción marginal esperada mayor al precio de equilibrio de la cuota.

Se considera que $m(w, q)$ son los costos de administración. En el modelo se pretende especificar una política dinámica óptima de CIT, para ésto, lo primero que se debe determinar es el número de pescadores activos y sus capturas, dada una distribución de los costos de administración, el precio de la cuota y la biomasa.

El problema que resuelve un pescador individual, es el siguiente, donde maximiza sus beneficios con respecto a las capturas y obtiene su demanda de cuota

$$\pi = pq - c(q, B) - \lambda - w(q - q^0) - (1 - \alpha)m(w, q) \quad (1)$$

Donde:

- π : Beneficio del pescador individual.
- p : Precio de playa.
- q : Capturas individuales.
- $c(q, B)$: Costos de capturar q con biomasa B .
- λ : Costos fijos de pesca. Este punto define la heterogeneidad del modelo, puesto que, λ será un determinante para la condición de entrada y salida del mercado de cuotas.
- $w(q - q^0)$: Gasto neto de arrendar/vender cuota en un periodo determinado.
- $(1 - \alpha)$: Porcentaje de costos de administración que paga la industria pesquera.
- $m(w, q)$: Costos de administración.

Un pescador escoge sus capturas de tal manera que se maximicen sus beneficios, una vez que sabe qué porcentaje tendrá que asumir sobre los costos de administración y cuál será la cuota global (α, Q) .

De la ecuación (1) se desprende la entrada y salida de pescadores del mercado, ya que, un pescador que decide no operar un periodo puede arrendar su dotación de cuota al precio de equilibrio. De esta manera, dada una política (α, Q) , los pescadores que ganen $\pi(\alpha, w, B, \lambda) < wq^0$ no operarán, mientras que los que ganen $\pi(\alpha, w, B, \lambda) \geq wq^0$ sí lo harán.

Sea λ^m el costo fijo del pescador que cumpla con una rentabilidad mínima. Los pescadores que tengan costos fijos $\lambda^m \geq \lambda$ permanecerán pescando en un periodo dado, mientras que los pescadores con costos fijos $\lambda > \lambda^m$ no lo harán. De lo anterior se deduce que el número de pescadores activos en un periodo es una función creciente en λ^m , lo cual se puede escribir como:

$$n(\lambda^m) = n(\alpha, w, B) \quad (2)$$

Del proceso explicado anteriormente se puede calcular cuáles serán los beneficios de cada pescador tomando en cuenta que existen costos de administración y que se pueden distribuir entre el gobierno y la industria. Una vez calculado los beneficios se podrá observar a quiénes les conviene permanecer en el mercado y a quienes les conviene arrendar su cuota de participación y así retirarse por un periodo determinado.

Dado que en la aplicación se trabaja con una flota heterogénea, el equilibrio está dado por:

$$\sum_{\lambda < \lambda_m} q(p, \alpha, w, \lambda) = Q \quad (3)$$

$$\pi(\lambda_m, w, \alpha) = 0 \quad (4)$$

Ambas ecuaciones definen el valor de equilibrio para n .

$$\sum_{i=1}^n q(p, \alpha, w, \lambda) = Q \quad (5)$$

$$\pi(i = m, w, \alpha) = 0 \quad (6)$$

Donde i indexa a las empresas en orden de ganancias, de mayor a menor.

Considerando que la autoridad fija la oferta de cuota como la cuota global, el equilibrio del mercado de cuota viene dado por:

$$Q^D(\alpha, w, B, p) - Q = 0 \quad (7)$$

Cuando se cumple esta condición de equilibrio el mercado genera un precio de equilibrio de la cuota $w(\alpha, Q, B, p)$ y dado este precio, los pescadores demandarán una cantidad $q(\alpha, \hat{w}, B, p)$ de toneladas para capturar.

3.3. El problema que resuelve el regulador

En esta subsección se presenta el modelo teórico dinámico que provee el marco de análisis de las simulaciones numéricas.

Según plantean Chávez y Stranlund (2013), se puede modelar un programa óptimo de CIT, el cual consiste en obtener una cuota global y una distribución de los costos de administración de manera óptima.

Estas elecciones harán que se maximice el valor presente del beneficio social neto de pescar sobre un horizonte infinito, sujeto al equilibrio de la cuota, periodo por periodo, y a la dinámica del stock.

El beneficio social neto de pescar está dado por:

$$\max_{(\alpha, Q_t)} W(\alpha, Q_t, B_t) = \int_0^\infty \left[\int_0^Q p(z) dz - \hat{n}c(\hat{q}, B_t) - F(\hat{n}) - \hat{M}(\alpha, Q_t, B_t) \right] e^{-rt} dt \quad (8)$$



Donde:

- $p(Q)$: Función de demanda inversa estacionaria por pescado desembarcado.
- $G(B)$: Función de crecimiento estacionaria estrictamente cóncava del stock.
- $\dot{B} = G(B) - Q$: Ecuación de movimiento del stock.
- r : Tasa de descuento.
- $F(\hat{n})$: Costos fijos agregados de los pescadores (función creciente).
- $\hat{M}(\alpha, Q, B)$: Costos agregados de administración en equilibrio.

Los autores Chávez y Stranlund (2013) concluyen teóricamente que en casos excepcionales es óptimo que los pescadores paguen los costos de administración, por los siguientes motivos:

- Es óptimo que los pescadores cubran sus propios costos de administración, dado que mientras se esté pagando por un servicio se espera que este sea entregado de forma eficiente.

- Se evita que el Gobierno genere ineficiencia en otros mercados, debido a que si el Gobierno cubre los costos de administración debe generar el dinero cobrando impuestos.
- Si los costos de administración dependen del precio de la cuota, el hecho de que los paguen los pescadores, hará que hayan menos pescadores, eso reducirá la presión sobre la demanda de cuota y con ello la presión sobre el precio de equilibrio de cuota, por lo tanto, disminuirá el interés a transgredir la cuota y así el esfuerzo fiscalizador será menor.

4. Descripción de actividades de fiscalización en Chile y de la pesquería bajo análisis.

En esta sección se presenta la pesquería bajo estudio y datos sobre las actividades de fiscalización según el Plan de Fiscalización de Pesca Extractiva realizado por Subpesca.

4.1. Características y antecedentes de la pesquería

En este estudio se analizará la pesquería industrial de Sardina Común y Anchoqueta de la zona centro-sur, ya que en la actualidad es la principal pesquería de la región del Bío-Bío y se encuentra operando bajo un sistema de CIT, permitiendo así, obtener resultados más cercanos a la realidad.

La Sardina Común (*Strangomera bentincki*) y la Anchoqueta (*Engraulis ringens*), son recursos pelágicos pequeños de gran importancia pesquera en la zona centro-sur de Chile (V a X región). La Sardina Común se distribuye desde el norte de Coquimbo hasta Puerto Montt, mientras que la Anchoqueta se distribuye desde el norte de Perú hasta el sur de Chile. En la zona centro-sur estas especies habitan zonas cercanas a la costa, donde la productividad biológica es generalmente alta (Arcos, 1987; Cubillos *et al.*, 2001, 2002).

La administración y manejo de estas pesquerías es determinada mediante Cuota Anual de Captura que se asigna por armador. La cuota de captura se establece mediante evaluación de stock y reuniones de comités técnicos con participación de expertos, donde se analiza la situación del recurso y la pesquería. En este tipo de especies una característica general es la alta variabilidad de reclutamiento (Cubillos *et al.*, 2002; Morales-Bojórquez *et al.*, 2003; King y McFarlane, 2005). Además, se presentan fluctuaciones estacionales de la biomasa con altos valores en el verano austral (enero-febrero), este patrón estacional está estrechamente asociado con la fuerza de los reclutamientos (Cubillos y Arcos, 2002).

La flota industrial vigente autorizada para operar sobre los recursos de Anchoqueta y Sardina Común entre la V y X Regiones a Diciembre de 2011, fue de 127 naves, las cuales acumulan una capacidad de bodega de aproximadamente 97.045 m³. A Mayo de 2012 se encontraban inscritas para operar 22 embarcaciones, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Naves inscritas y autorizadas para operar sobre Anchoveta y Sardina Común en 2012. Regiones V a X, capacidad de bodega acumulada y armadores industriales.

Resumen	Autorizados	Inscritos	% de Inscritos
N° armadores	17	8	47
N° naves	127	22	17
Bodega m^3	97.045	27.884	29

Fuente: Informe Técnico SyA V-X 2012, Subpesca.

La cuota global vigente para las unidades de pesquería de Anchoveta y Sardina Común en el año 2012 alcanzó a 70.000 y 1.050.000 toneladas, respectivamente, distribuidas sectorialmente como se muestra a continuación:

Tabla 4: Cuotas globales anuales de captura de Anchoveta y Sardina Común, año 2012.

Item	Anchoveta	Sardina Común	Total
Cuota Global	70.000	1.050.000	1.120.000
Reserva de Investigación	830	7.17	8.000
Cuota objetivo total	69.170	1.042.830	1.112.000
Cuota Objetivo Industrial	30.435	312.849	343.284
Cuota Objetivo Artesanal	38.735	729.981	768.716

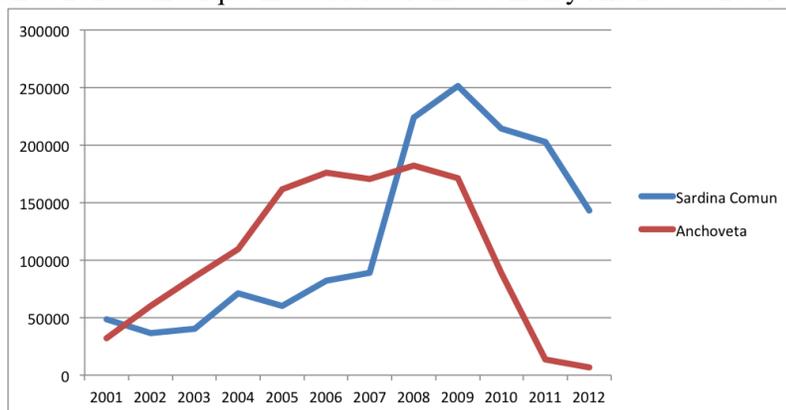
Fuente: Informe Técnico SyA V-X 2012, Subpesca.

4.2. Desembarque de Anchoveta y Sardina Común

El desembarque efectuado por la flota industrial de Anchoveta muestra, desde el año 2007, un crecimiento con niveles promedio del orden de las 170.000. No obstante, este incremento, a la fecha no se ha logrado superar el nivel desembarcado en 2009. Esta disminución se asocia, entre otros aspectos, a la disminución de la capacidad extractiva de la flota pesquera y a la capacidad de procesamiento de las plantas reductoras luego del terremoto del 27 de Febrero de 2010.

Por otro lado, en el gráfico a continuación se presentan los desembarques industriales de la Sardina Común prácticamente se duplicaron desde 2001 al 2007, luego, en el año 2008 sufren un fuerte incremento del orden de 250.000 toneladas.

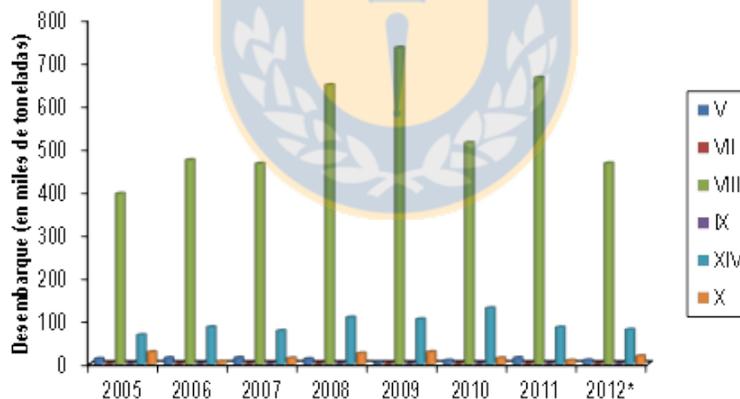
Gráfico 2: Desembarque Industrial Sardina Común y Anchoveta 2001-2012



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Sernapesca (Servicio Nacional de Pesca)

En el siguiente gráfico se puede observar que desde el año 2005 al 2012 la región que lidera los desembarques de Sardina Común y Anchoveta es la VIII Región, seguida de la XIV Región y posteriormente se tiene a la X Región, según la división político-administrativa actual.

Gráfico 3: Desembarque Sardina y Anchoveta 2005-2012 por Región.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en Sernapesca

4.3. Actividades de Fiscalización en Chile

Las actividades de fiscalización ejecutadas durante el año 2012 en el ámbito de la pesca, muestran una distribución correlacionada con el tipo, magnitud y modelo de regulación de las pesquerías en las distintas regiones del país. Las Regiones del BíoBío, Los Lagos y de Atacama concentran el 59 % del esfuerzo fiscalizador, debido a que en dichas regiones se realiza la mayor cantidad de actividad pesquera del país.

Dos tipos de fiscalizaciones, cuota y acceso, son las actividades de fiscalización que sustentan el 82 % del total del esfuerzo de fiscalización del año 2012.

A través del programa de monitoreo satelital de naves industriales, se controlaron diariamente, en promedio, 136 buques pesqueros, con una fluctuación a lo largo del año entre 79 y 158 buques. De manera complementaria, se inspeccionaron los dispositivos de transmisión satelital de estas naves, concentrando el 82 % de estos controles sobre la flota arrastrera.

En términos de resultados de estas actividades de fiscalización, sobre 625 toneladas de especies hidrobiológicas fueron incautadas por incumplimientos de normas, entre las que destacan la anchoveta y Sardina Común, los huiros (algas) y la merluza común. Estas incautaciones incluyeron una gran cantidad de equipos de pesca tales como redes centolleras, redes cerqueras, equipos de buceo y cañas de pesca recreativa.

El desembarque industrial del año 2012 alcanzó una cifra total cercana a los 1.2 millones de toneladas, compuesto por 74 especies, representando tres de ellas el 83 % de ese total (Anchoveta, Jurel y Sardina Común).

La flota industrial que informó operación con resultados de desembarques durante el 2012, estuvo compuesta por 175 naves, de las cuales 16 son barcos fábrica. Esta flota estuvo compuesta principalmente por barcos cerqueros, que ascendieron a 104 naves representando el 59 % del total, por arrastreros (50) y palangreros.

Según, el informe de resultados de la ejecución del Plan Nacional de Fiscalización de Pesca Extractiva en Chile, para el año 2012, se inspeccionaron alrededor de 40.000 naves en punto de desembarque, se realizó aproximadamente 38.000 controles a los dispositivos de GPS y 7.000 inspecciones a plantas de procesamiento.

Las actividades de fiscalización dirigidas al control de las cuotas de captura destacan debido a que más del 80 % del desembarque total corresponde a recursos sujetos a esta medida. Le sigue, en términos de cantidad, la fiscalización del acceso, pues también hay una gran cantidad de pesquerías declaradas en estado de plena explotación con su acceso cerrado. En el caso de los artes de pesca, la menor magnitud de las actividades de fiscalización se explica en el hecho de que esta medida afecta a un número menor de pesquerías, en comparación con las demás normas.

La totalidad de los desembarques industriales son declarados por cada armador al momento de la recalada de cada viaje de pesca y deben ser certificadas por entidades autorizadas por Sernapesca.

Durante el año 2012 se efectuaron un total de 13.340 declaraciones de pesca industrial (incluyendo a barcos fábrica), estando todas certificadas. Estas declaraciones se concentran en la zona norte, en las Regiones de Arica y Parinacota y de Tarapacá, debido a que en ambas opera una flota cerquera que hace viajes diarios de pesca, y por lo tanto, tiene una actividad de mayor intensidad en términos del número de desembarques.

5. Metodología y Datos

Esta sección se organiza de la siguiente manera: se presenta la metodología general. Luego, se presenta la metodología correspondiente para lograr los objetivos específicos establecidos y posteriormente se muestran los datos utilizados en el análisis.

5.1. Metodología general

Para alcanzar el objetivo general de esta tesis se explicará cómo la presencia de costos de administración y su distribución afectan a la eficiencia y funcionamiento de un sistema de Cuotas Individuales Transferibles. El análisis que se presenta a continuación está basado en Chávez y Stranlund (2013).

En primer lugar, los autores señalan que la presencia y la distribución de los costos de administración, es decir, quién debe pagar éstos, tienen consecuencias sobre el tamaño de la flota que está operando.

El modelo presentado por Chávez y Stranlund (2013), descrito previamente en la sección (3.2) sugiere que el tamaño de la flota está determinada por condiciones de entrada y salida del mercado. De igual modo, el tamaño de la flota que se encuentra operando aumentará en la medida que se incremente el stock del recurso, debido a que esto disminuirá los costos de captura.

Además, el tamaño de la flota decrecerá cuando aumente el precio de la cuota, ya que no habrá tantos pescadores capaces de cubrir los costos y algunas naves preferirán arrendar la cuota en vez de operar.

El tamaño de la flota será mayor cuando el Gobierno se haga cargo de un porcentaje mayor de los costos de administración. Lo anterior se debe a que mientras menos sea lo que debe pagar la industria, tendrán mayores incentivos a permanecer e incorporarse al mercado.

Los autores sugieren que la presencia y distribución de los costos de administración pueden afectar el sistema de cuotas individuales transferibles, puesto que tienen consecuencias sobre los desembarques cuando los costos de administración dependen del nivel de desembarques.

Lo anterior hace referencia a que los desembarques definen implícitamente la cantidad de viajes que una embarcación debe realizar para obtener un nivel de captura determinada. Cada vez que esto sucede, las naves industriales operando en la pesquería de Sardina Común y Anchoqueta deben ser fiscalizadas, lo que implica un costo.

La metodología general se basa en el cálculo de los beneficios de cada pescador, los cuales están dados por los ingresos recibidos, menos los costos que generan la cantidad demandada de captura, más gastos netos de la actividad de arrendar cuotas de otros pescadores, menos costos fijos de pescar, menos los costos asociados a la administración del sistema de cuotas individuales transferibles, tal como se describe en la ecuación 1 presentada previamente.

5.2. Metodología Específica

5.2.1. Metodología objetivo específico 1:

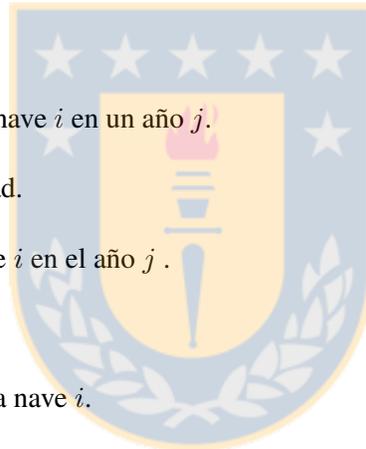
Para estudiar el efecto de diferentes niveles de costos y distinta distribución de éstos entre el gobierno y la industria en el equilibrio de mercado de cuota se comenzará presentando la función de captura, después, la demanda individual de cuota, luego, cómo se determina la asignación inicial de cuota para cada embarcación y por último, la función de costos de administración para dar paso al cálculo de los beneficios de cada individuo y con esto poder calcular el equilibrio en el precio de cuota.

Lo primero que se debe estimar es una función de captura, la cual tiene la siguiente forma funcional:

$$q_{ij} = q(e_{ij}, B_j, SC_i) = A * e_{ij}^{\delta} * B_j^{\beta} * SC_i^{\gamma} \quad (9)$$

donde:

- q_{ij} : Captura individual de una nave i en un año j .
- A : Coeficiente de capturabilidad.
- e : Esfuerzo pesquero de la nave i en el año j .
- B : Biomasa en el año j .
- SC : Capacidad de bodega de la nave i .



De lo anterior se obtienen los parámetros de la función de captura. Utilizando tales parámetros es posible estimar el nivel de captura para cada nave, dado un nivel de esfuerzo óptimo.

La forma funcional que se le dará a los costos de administración individuales es:

$$m_i(q_i) = C_e * q_i + \frac{F}{n} \quad (10)$$

Donde:

C_e : \$795.015 por tonelada: Costo de fiscalización por tonelada desembarcada

q_i : Demanda de cuota individual.

F : Gastos que realiza Subpesca en estudios e investigación.

Para el cálculo de F se toma en cuenta el presupuesto para gastos en investigación que tiene Subpesca desde 2003 al 2012, entre los cuales se encuentran; Estudios Básicos; Transferencias al IFOP y F.I.P.

De la suma de los ítems anteriores se calcula una proporción en relación a los desembarques industriales de Sardina Común y Anchoqueta para cada año respectivamente.

Maximizando la ecuación 1 considerando una especificación para las capturas, tal como se describe en la ecuación 9. Con los parámetros obtenidos en la función de captura se procede a calcular la demanda de cuota individual para cada nave, la cual viene dada por:

$$q_i = \left[\delta \frac{(p - w)}{C_v + (1 - \alpha) * C_e} \right]^{\frac{\delta}{1-\delta}} * \left[A * B^\beta * SC_i^\gamma \right]^{\frac{1}{1-\delta}} \quad (11)$$

En donde:

- q_i : Demanda por cuota de cada embarcación.
- p : Precio de playa de Sardina y Anchoqueta.
- C_v : Costo por viaje.
- $(1 - \alpha) * C_e$: Costo de fiscalizar cada viaje de pesca de cada embarcación.
- B : Biomasa.
- SC_i : Capacidad de bodega de cada embarcación.
- δ, q, β, A y γ : Parámetros estimados.

La variable Capacidad de bodega (SC) y los costos fijos definen la heterogeneidad dentro de la ecuación para distinguir las distintas demandas por cuotas de cada embarcación. Además de obtener la demanda de cuota individual, es necesario determinar la asignación inicial para cada nave. Ésta es un porcentaje de la suma de las toneladas desembarcadas en un año, con respecto a la cuota global, repartida entre el total de la flota. Posteriormente, se debe calcular las ganancias o pérdidas que tiene una embarcación cuando arrienda/vende su cuota correspondiente.

En Chile, el sistema de fiscalización es controlado por el Estado para las embarcaciones industriales a través de contratación de empresas certificadoras. Además existe Directemar, el cual es un organismo de la Armada que realiza el control de zarpe y monitorea el GPS de las naves. Sernapesca se dedica a fiscalizar las descargas en planta con la empresa certificadora y controla el GPS.

Una vez que se obtienen los costos de administración para cada año, es necesario calcular el equilibrio en el mercado de cuota.

Luego de lograr todo lo anterior, corresponde calcular los beneficios relativos a cada pescador utilizando la ecuación 1

Una vez obtenidos los beneficios, es posible buscar el equilibrio del precio de la cuota, minimizando la diferencia al cuadrado entre la CGC y la sumatoria de las demandas individuales, de modo que éstas sean iguales en el equilibrio. Posteriormente, del resultado se puede deducir el precio de equilibrio de la cuota y se puede definir cuáles serán los pescadores que se mantendrán en el mercado dado ese precio, condicionando la entrada y salida.

Los resultados de la estimación de parámetros que se utilizan para la función de captura y las simulaciones se muestran en la siguiente sección.

5.2.2. Metodología objetivo específico 2

Para analizar la distribución óptima del financiamiento de los costos de administración de un sistema de CIT en conjunto con la cuota global, se procederá a caracterizar un programa óptimo de CIT.

El problema de maximización discreto es el siguiente:

$$\max_{(\alpha, Q)} W(\alpha, Q) = \sum_{t=0}^T \left[\frac{(pQ_t - \sum_1^n C_i(q_i^*(Q_t), B) - M(\alpha, Q_t, B))}{(1+r)^t} \right] \quad (12)$$

sujeto a:

$$C_i(q_i, B, CB_i) = C_v e_i = C_v \left[\frac{q_i}{AB^\beta CB^\gamma} \right]^{\frac{1}{\delta}}$$

$$B_{t+1} = B_t + G(B_t) - Q_t$$

Donde:

- p : Precio de playa del recurso.
- Q_t : Cuota global en el periodo t .
- C_v : Costos por viaje.
- $C_i(q_i^*(Q_t), B)$: Costos asociado al esfuerzo por viaje de pesca.
- $M(\alpha, Q_t, B)$: Costos de administración.
- r : Tasa de descuento intertemporal.
- B_t : Biomasa en el periodo t .
- $G(B_t)$: Función de crecimiento de la biomasa periodo a periodo.

Para calcular el crecimiento de la biomasa se utilizará la siguiente función:

$$G(B_t) = rB_t(1 - B_t/K) \quad (13)$$

Las Condiciones de Primer Orden que contienen la solución al problema:

$$\frac{\partial W_t}{\partial Q_t} = \left[P - \sum \frac{\partial C_i(q_i^*(Q_t), B_t)}{\partial q_i} \frac{\partial q_i}{\partial Q_t} - \frac{\partial M}{\partial Q_t} \right] + \epsilon \frac{\partial W_{t+1}}{\partial B_{t+1}} \frac{\partial B_{t+1}}{\partial Q_t} = 0 \quad (14)$$

$$B_{t+1} = B_t + G(B_t) - Q_t \quad (15)$$

$$\frac{\partial W_t}{\partial \alpha} = - \sum \frac{\partial C_i(q_i^*(Q_t), B_t)}{\partial q_i} \frac{\partial q_i}{\partial \alpha} - \frac{\partial M}{\partial \alpha} = 0 \quad (16)$$

La elección de α y Q maximizará el valor presente del beneficio social neto de pescar con un horizonte finito pero logrando el equilibrio de estado estacionario, sujeto al equilibrio en el mercado de cuota periodo por periodo y a la dinámica del stock del recurso en el tiempo.

Lo que se espera obtener de esta maximización son valores de α y Q óptimos para cada iteración/periodo.

Para resolver el problema principal de maximización de los beneficios sujeto a los cambios en la biomasa, se utilizará el algoritmo de Recursión hacia atrás.

Luego, se procede a aplicar este método al problema que se debe optimizar, lo primero que se debe realizar es definir una función de valor, tal que:

$$V(B_t)_t = \max_{(\alpha_t, Q_t)} \left[\sum_{t=1}^T \left[\frac{pQ_t - \sum_1^n C_i(q_i^*(Q_t), B_t) - M(\alpha_t, Q_t, B_t)}{(1+r)^{t-1}} \right] + \epsilon^T V_{T+1}(B_{T+1}) \right] \quad (17)$$

La cual satisface la ecuación de Bellman:

$$V(B_t)_t = \max_{(\alpha_t, Q_t)} \left[pQ_t - \sum_1^n C_i(q_i^*(Q_t), B_t) - M(\alpha_t, Q_t, B_t) + \epsilon V_{t+1}(B_{t+1}) \right] \quad (18)$$

Sin embargo, la ecuación (18) no sólo depende de la variable de estado en el periodo t (B_t), por lo que se necesita reemplazar la restricción de movimiento, lo cual produce la siguiente función de valor:

$$V(B_t)_t = \max_{(\alpha_t, Q_t)} \left[pQ_t - \sum_1^n C_i(q_i^*(Q_t), B_t) - M(\alpha_t, Q_t, B_t) + \epsilon V_{t+1}(B_t + G(B_t) - Q_t) \right] \quad (19)$$

Para resolver esta función se utilizará el método explicado anteriormente de recursión hacia atrás, lo que significa que se comenzará optimizando desde el último periodo, entonces, el problema a optimizar queda de la siguiente manera:

$$V(B_T)_T = \max_{(\alpha_T, Q_T)} \left[pQ_T - \sum_1^n C_i(q_i^*(Q_T), B_T) - M(\alpha_T, Q_T, B_T) + \epsilon V_{T+1}(B_{T+1}) \right] \quad (20)$$

Las simulaciones numéricas que se realizan en esta investigación están basadas en la maximización de la función de valor presentada en la ecuación (20)

5.2.3. Metodología objetivo específico 3:

Finalmente, para estudiar el impacto de la distribución de costos de administración sobre el stock de equilibrio de estado estacionario se optimiza la misma función descrita para el objetivo específico 2, no obstante, ahora se fijarán distintos valores de α y dado éstos, se calculan los resultados para Q^* y B^* .

En primer lugar se estudia el caso cuando existen costos de administración, ($M > 0$) y cuando el Gobierno cubre estos costos ($\alpha = 1$), luego, se analiza cuando la industria pesquera y el Gobierno pagan los costos de administración por mitades ($\alpha = 0,5$) y por último, cuando los costos los cubre la industria ($\alpha = 0$). Este resultado se compara con los resultados cuando los costos de administración están ausentes, es decir, $M = 0$.

5.3. Datos

Los datos utilizados en esta investigación corresponden a Sardina Común y Anchoqueta del sector industrial para la zona centro-sur.

- Código de nave.
- Año.
- Fecha de llegada.
- Toneladas.
- Biomasa.
- Capacidad de bodega de la nave.
- Cuota global.
- Costos fijos.

- Precio de playa.
- Costos de administración.

Todos los datos fueron recolectados desde las bases de datos de Sernapesca (Servicio Nacional de Pesca) y Subpesca entre los periodos comprendidos entre 2001 y 2012.

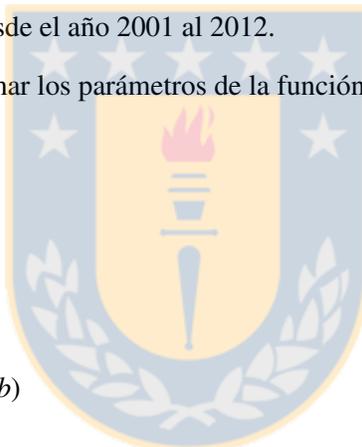
Se trabaja con un total de 80,294 observaciones, los cuales representan reportes de desembarques por fecha de zarpe y se agregan en términos de la captura anual, con lo que se obtienen 383 reportes de captura durante 12 años.

6. Resultados

En esta sección se presentan los resultados bajo distintos escenarios. Para obtener dichos resultados, se trabajó con una base de datos de las especies Sardina Común y Anchoqueta correspondientes a las regiones V-X del sector industrial, desde el año 2001 al 2012.

Las variables escogidas para estimar los parámetros de la función de captura son las siguientes:

- Capturas (H) (*lnh*)
- Número de viajes (E) (*lnv*)
- Biomasa (B) (*lnb*)
- Capacidad de bodega (SC) (*lncb*)



Con un total de 383 datos se estimó un panel balanceado y se determinó los parámetros de la función Cobb-Douglas:

La estimación se muestra a continuación:

Tabla 5: Estimaciones de parámetros de función de captura

lnh	Coef.	$P > t$
lnv	.831	0.000
lnb	.522	0.000
lncb	.339	0.000
cons	-4.404	0.004

Fuente: Elaboración propia a partir de una estimación de un panel balanceado.

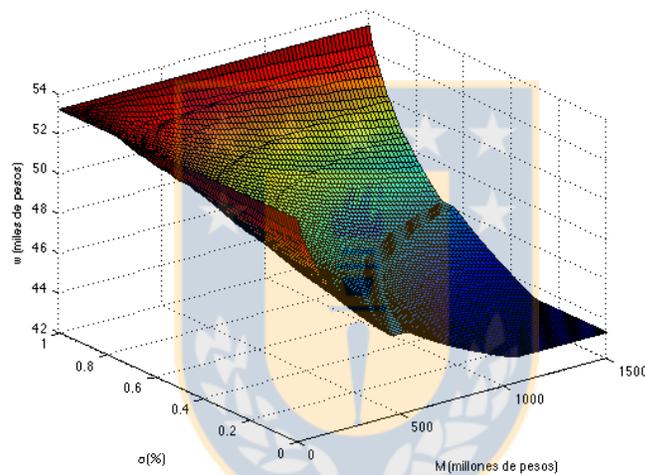
Una vez estimados los parámetros, se aplica la metodología explicada en la sección anterior y se obtiene el equilibrio en el mercado de cuota.

6.1. Equilibrio en el mercado de cuota

Dado distintos escenarios de α (α es el porcentaje de costos de administración que debe cubrir el gobierno), se puede calcular cuál es el precio de equilibrio para el mercado de cuotas, según los costos de administración, donde la decisión de participar en la pesquería se verá afectada por el valor del parámetro α , es decir, si es el Gobierno o la industria quien debe cubrir los costos de administración.

Se tomará como escenario base los datos del año 2012, en donde se muestra la evolución del equilibrio en el precio de la cuota, cuando la CGC=343.284 toneladas, la Biomasa=4.000.000 toneladas y el precio de playa es 70.000.-

Gráfico 4: Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando no varía la CGC, Biomasa ni precio de playa, para el año 2012.

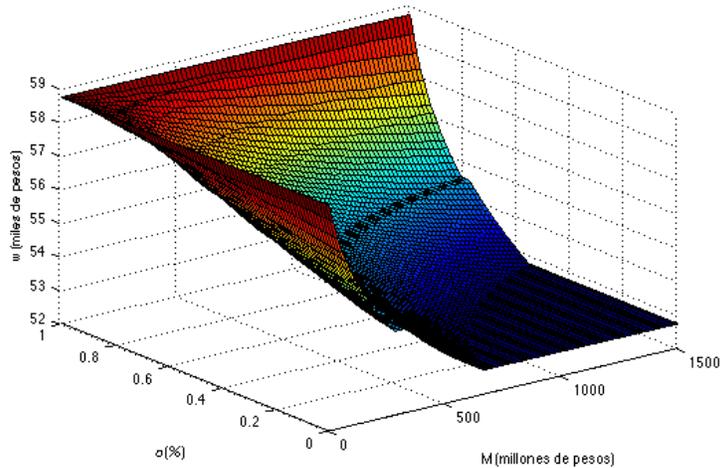


Fuente: Elaboración propia.

Para el escenario base, representado en el Gráfico 4, los resultados indican que cuando $\alpha = 0$ y $M = 0$, el precio de equilibrio de mercado de cuota es aproximadamente \$53.000.- por tonelada de Sardina Común y Anchoqueta. Los resultados también sugieren que a medida que se incrementa el nivel de los costos de administración y se mantiene fija su distribución el precio de equilibrio de la cuota tiende a disminuir, llegando a aproximadamente \$43.000. por tonelada de Sardina Común y Anchoqueta.

En segundo lugar es posible apreciar cómo varía el equilibrio en el mercado de cuota, cuando la Biomasa se duplica, mientras que el precio de playa y la CGC permanecen constante, para el mismo año de estudio.

Gráfico 5: Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando la biomasa aumenta un 100 %, para el año 2012.

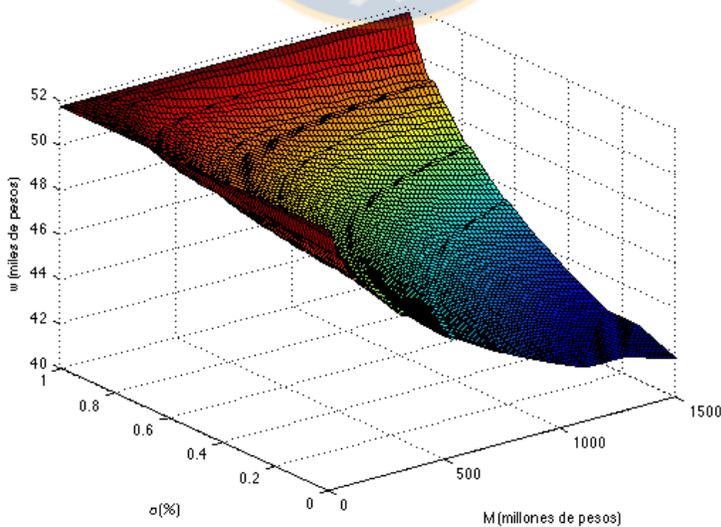


Fuente: Elaboración propia.

Analizando bajo estática comparada, se puede concluir que cuando la abundancia del recurso aumenta en un 100 %, ceteris paribus, el precio de equilibrio de la cuota aumenta un 10 % con respecto al escenario base.

Análogamente, se compara el equilibrio en el precio de la cuota cuando la CGC aumenta un 100 %:

Gráfico 6: Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando la CGC aumenta un 100 %, para el año 2012.



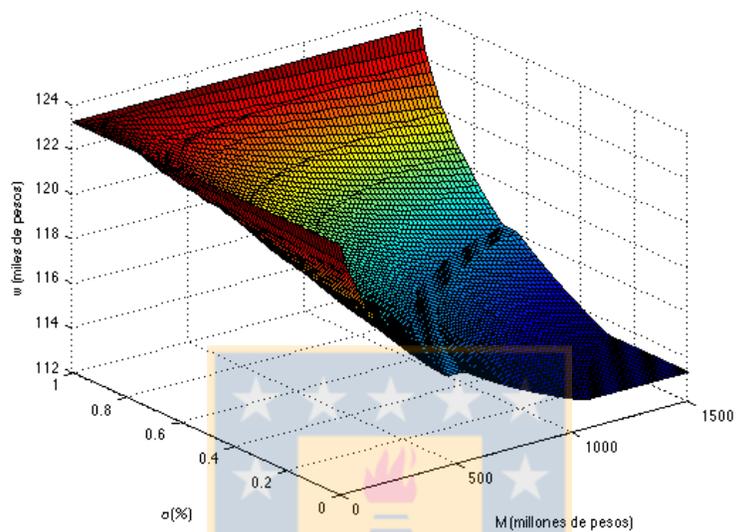
Fuente: Elaboración propia.

Este resultado propone que cuando la CGC aumenta en un 100 %, ceteris paribus, entonces el precio

de equilibrio de la cuota, disminuye un 2.1 %

Además, se puede observar que cuando el Precio de Playa aumenta un 100 % y la CGC es constante en su nivel fijado para 2012 junto con la Biomasa, el equilibrio en el precio de la cuota aumenta bruscamente:

Gráfico 7: Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando aumenta Precio de Playa en 100 %.



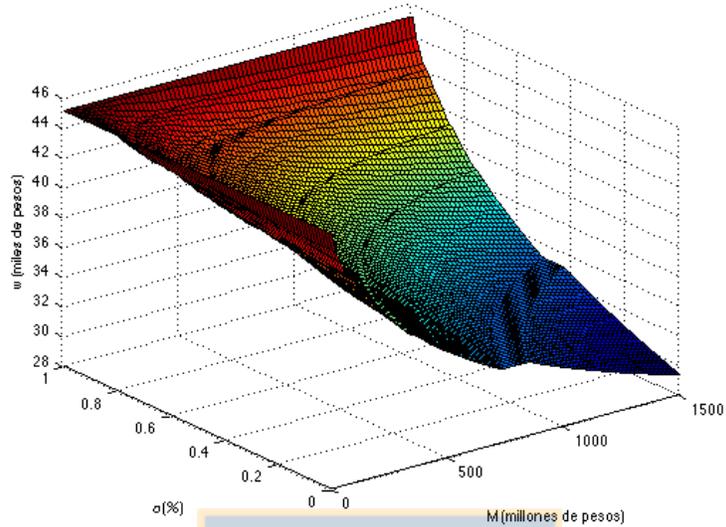
Fuente: Elaboración propia.

Cuando el precio de playa del recurso aumenta en un 100 %, ceteris paribus, el precio de equilibrio de la cuota aumenta en 132 % respecto del escenario base.

Lo anterior puede deberse a que cuando el precio de playa del recurso aumenta, los pescadores tienen un fuerte incentivo a salir del mercado, contrayendo la demanda, lo que aumenta el precio de equilibrio de la cuota.

Cuando comparamos el precio en el mercado de cuota al disminuir solamente la biomasa a la mitad, nos encontramos frente a una caída de los precios de equilibrio:

Gráfico 8: Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando la Biomasa disminuye a la mitad y el Precio de playa junto con la CGC permanecen constante, para el año 2012.



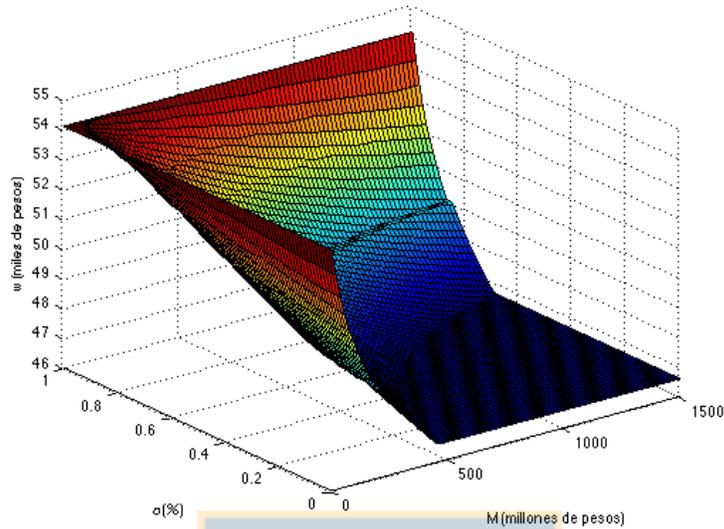
Fuente: Elaboración propia.

Cuando la biomasa disminuye a la mitad con respecto del escenario base, el precio de equilibrio de cuota disminuye fuertemente en 15 %.

Una explicación para lo anterior es, dado que la biomasa se reduce a la mitad, se está frente a una disminución de la oferta (de stock y por lo tanto, de capturas), manteniendo un mismo nivel de demanda, el precio de equilibrio de cuota disminuirá en 15 %.

Del mismo modo, al analizar qué pasa con los precios de equilibrio cuando disminuye la CGC, se puede observar el siguiente resultado:

Gráfico 9: Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando la CGC disminuye a la mitad y el Precio de playa junto con la Biomasa permanecen constante, para el año 2012.

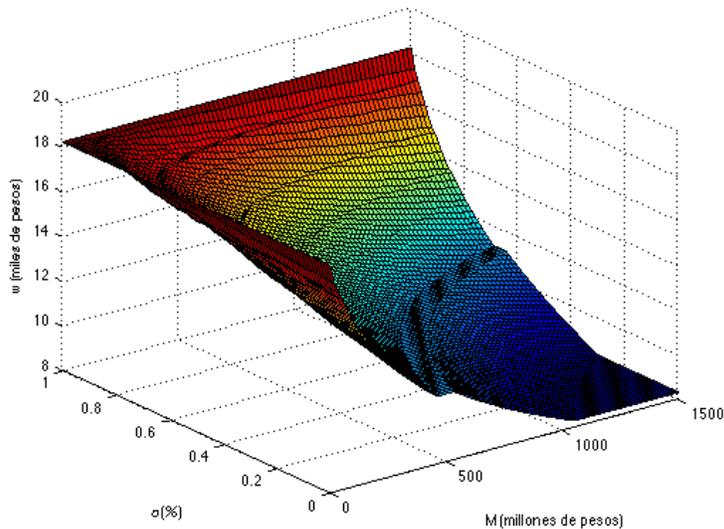


Fuente: Elaboración propia.

Este resultado sugiere que cuando la CGC disminuye a la mitad con respecto del escenario base, el precio de equilibrio de la cuota no se ve significativamente afectado, dado que aumenta un 1.8 %.

Finalmente, se realiza el ejercicio de bajar el Precio de Playa en un 50 %, dejando lo demás constante, pudiendo concluir que los precios de equilibrio enfrentan una fuerte baja, gráficamente se tiene:

Gráfico 10: Distintos equilibrios en el mercado de cuota, cuando el Precio de Playa cae un 50 %, para el año 2012.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, se aprecia una significativa disminución del precio de equilibrio de cuota cuando el precio de playa del recurso Sardina Común y Anchoqueta, en conjunto disminuye a la mitad, logrando una baja de 66 %, respecto del escenario base.

Contrariamente al Gráfico 7, que el precio de playa del recurso disminuya a la mitad, se traduce en un aumento en la demanda de cuota, ya que, muchos pescadores querrán entrar al mercado de cuotas, lo que conlleva a que el precio de equilibrio de cuota disminuya, dado una oferta fija (CGC).

Estos resultados sugieren que cuando aumenta la Biomasa, la CGC y el Precio de Playa, el precio de equilibrio de cuota experimenta un incremento llegando aproximadamente a \$123.000 con respecto al escenario base, por el contrario, al disminuir la CGC, Biomasa y Precio de Playa, el equilibrio en el mercado de cuota se verá decaer hasta el orden de \$41.000.

Asímismo, cuando se modifica el diseño de un sistema de CIT, ya sea cambiando los costos de administración, el porcentaje que se debe pagar de éstos o la CGC, cambia el equilibrio del precio de la cuota. A través de los resultados es posible mostrar que si la mayor parte de los costos de administración del sistema se la lleva el Gobierno (aumenta α), entran más firmas y dado que la oferta de cuotas está fija, entonces el precio de la cuota aumentará.

A modo de resumen, a continuación se ilustran tablas que reflejan el análisis anterior de estática comparada del precio de la cuota, con respecto al nivel de costos de administración y quién paga estos, para los resultados más interesantes.

Tabla 6: Precio de la cuota para distintas combinaciones de α y M, en el escenario base.

M (miles de millones)	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 1$
0	58900	58900	58900
500	54000	55000	57500
1000	52900	53000	54000
1500	52900	51200	54000

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se da cuenta que el equilibrio del precio de la cuota es insensible a cambios en la distribución de costos de administración cuando los costos son muy bajos, por el contrario, cuando los costos de administración aumentan se aprecia que el precio de la cuota aumenta mientras aumenta la proporción de costos de administración cargados por el Gobierno. Esto se debe a que, cuando el Gobierno cubre los costos de administración de la pesquería, tienden a entrar más participantes al mercado de cuota, por lo tanto, aumentará la demanda, incrementando el precio.

Tabla 7: Precio de la cuota para distintas combinaciones de α y M, cuando el precio de playa aumenta un 100 % respecto del escenario base.

M (millones de peso)	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 1$
0	123000	123000	123000
500	114000	118000	123000
1000	112000	115000	123000
1500	112000	113000	123000

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7 muestra que el equilibrio en el precio de la cuota respecto al escenario base aumenta un 130 %. Además, se aprecia que el equilibrio del precio de cuota disminuye a medida que aumenta el nivel de los costos de administración cuando los costos son cargados por la industria pesquera.

Tabla 8: Precio de la cuota para distintas combinaciones de α y M, cuando la biomasa disminuye a la mitad respecto del escenario base.

M (Miles de millones)	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 1$
0	45500	45500	45500
500	32000	36000	43000
1000	30000	35000	42000
1500	29000	31000	35000

Fuente: Elaboración propia.

Otro resultado para destacar es que cuando la biomasa cae a la mitad, entonces el equilibrio en el precio de mercado de cuota disminuirá aproximadamente un 20 % respecto del escenario base. Por un lado, el equilibrio en el mercado de cuota cae mientras aumenta el nivel de costos de administración y la industria cubre los costos de administración, por otro lado, no se ve reflejado ningún tipo de cambios cuando los costos de administración son provistos por el Gobierno.

La acción sobre los precios de la cuota ocurren cuando los niveles de los costos de administración son altos y cuando la industria se hace cargo de más del 50 % de los costos.

6.1.1. Análisis de la distribución de los costos de administración sobre el stock de equilibrio estacionario.

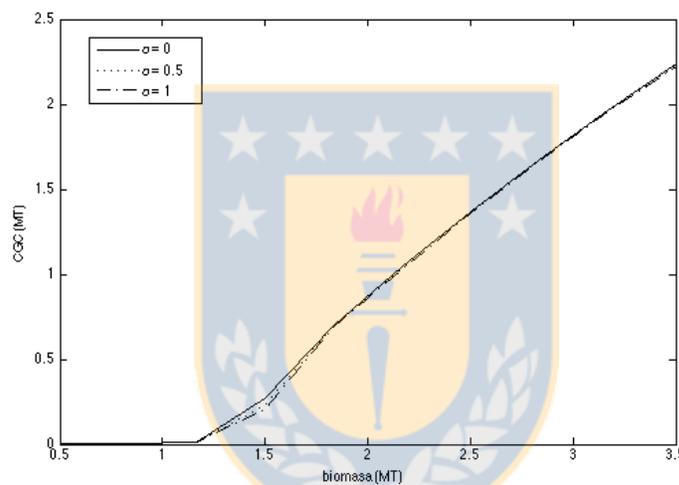
Para estudiar mediante simulaciones numéricas el impacto que tiene la distribución de los costos de administración sobre el stock de equilibrio de estado estacionario se analizarán cuatro casos. En primer lugar, se examinará el caso que no existan costos de administración y luego el caso cuando existan costos de administración ($M > 0$) y se cumplan las siguientes situaciones:

- $\alpha = 0$
- $\alpha = 0,5$
- $\alpha = 1$

Es importante mencionar que se estiman los parámetros poblacionales (r y K) de la función de crecimiento con datos de naves industriales.

Para el primer caso, cuando los costos de administración están ausentes, la regla óptima de captura se comporta como sigue:

Gráfico 11: Relación Biomasa vs CGC cuando no existen costos de administración, (α puede tomar cualquier valor dado que $M=0$)



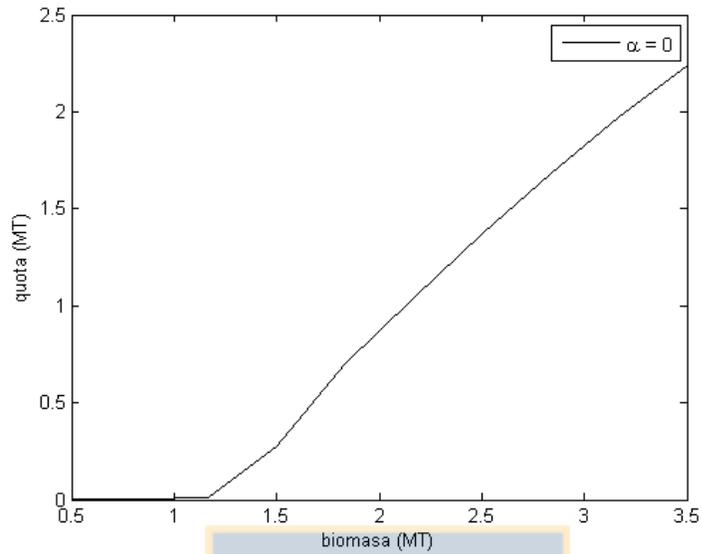
Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

El Gráfico 11, muestra el nivel óptimo de captura que deberían realizarse a medida que la biomasa se incrementa. La CGC será cero hasta que la biomasa alcance un mínimo de 1.2 millones de toneladas.

Para el segundo caso, en la existencia de costos de administración ($M > 0$), los resultados, se pueden clasificar en tres categorías: en primer lugar, cuando los costos de administración son cargados 100% por la industria, en segundo lugar, cuando los costos de administración son pagados por mitades entre industria y Gobierno y en tercer lugar, cuando los costos de administración son totalmente cargados por el Gobierno.

Caso I:

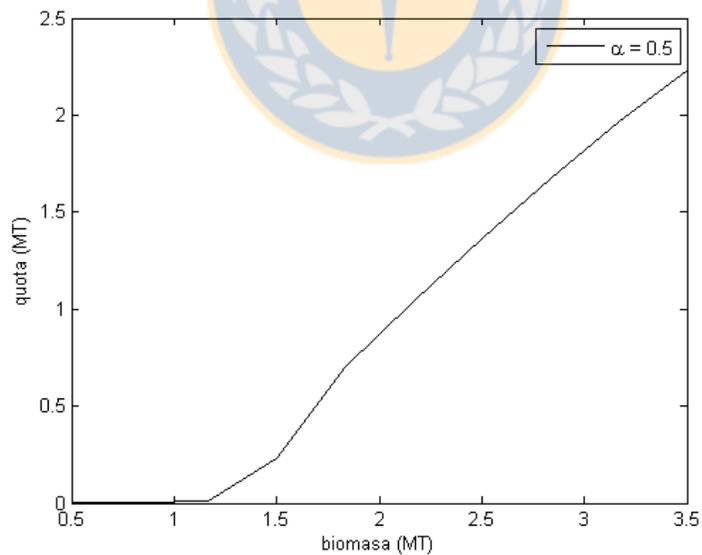
Gráfico 12: Relación Biomasa vs CGC cuando los costos de administración, son cargados por la industria.



Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

Caso II:

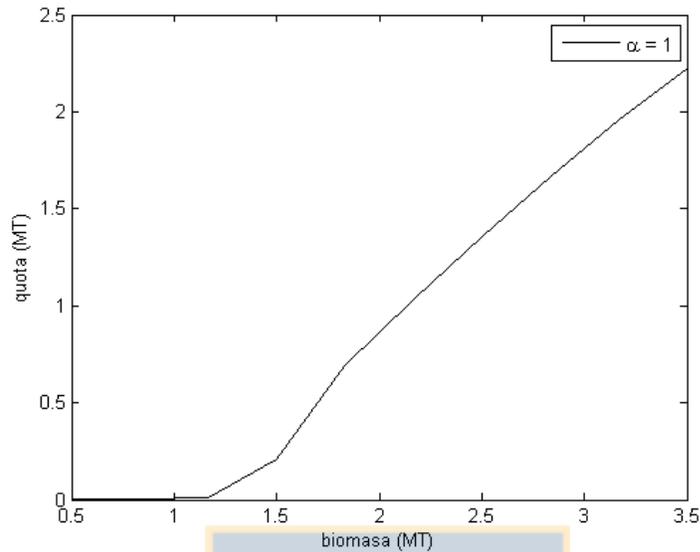
Gráfico 13: Relación Biomasa vs CGC cuando los costos de administración, son pagados por mitades.



Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

Caso III:

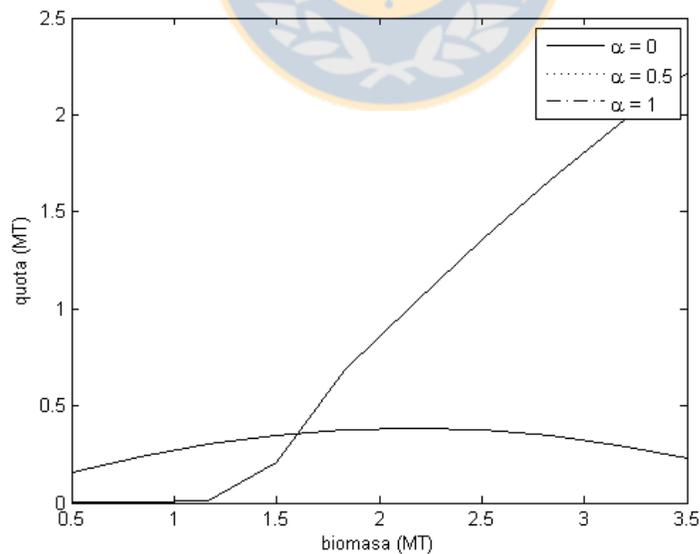
Gráfico 14: Relación Biomasa vs CGC cuando los costos de administración, son pagados por el Gobierno.



Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

Para todos los casos, independiente de la existencia de costos de administración o no y de su nivel, se tiene que la relación entre la cuota óptima y la biomasa, dado el crecimiento del stock, es la siguiente:

Gráfico 15: Relación Biomasa vs CGC y crecimiento del stock



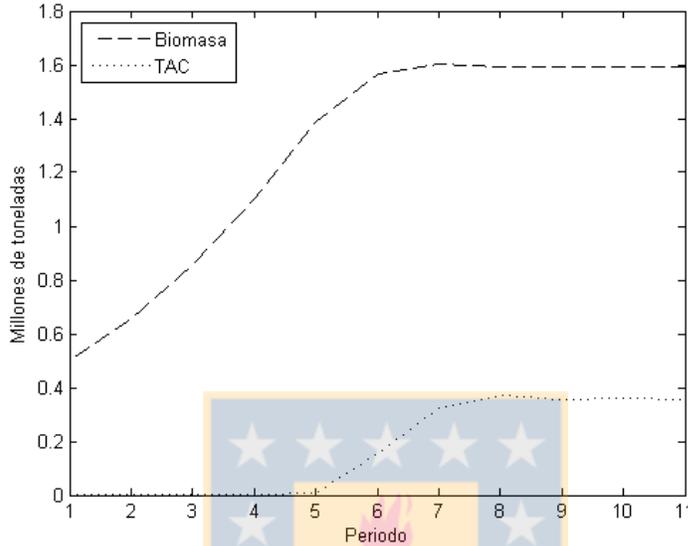
Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

Para cualquier nivel de α , la relación entre la CGC y la Biomasa es exactamente igual. Posteriormente, para esta relación es posible simular cómo evolucionaría el stock si se utilizara la regla de cuota

óptima para la recuperación del recurso.

La simulación se proyecta para un horizonte de 10 años y se utiliza la interpolación entre los valores obtenidos de biomasa y de CGC, comenzando con un valor inicial de la biomasa de 500.000 toneladas.

Gráfico 16: Simulación Biomasa v/s Cuota Industrial, para cualquier valor de α para 10 años.



Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

De este resultado se puede concluir que el stock de equilibrio en estado estacionario se encuentra en 1.6 millones de toneladas si se sigue la regla óptima de captura a un nivel de 300.000 toneladas, el tiempo que se tardaría en lograr el equilibrio son aproximadamente 7 años.

6.2. Costos de Administración, cuota óptima y equilibrio en estado estacionario

6.2.1. Análisis de distribución de costos de administración y cuota óptima.

Para analizar mediante simulaciones numéricas la distribución óptima del financiamiento de los costos de administración de un sistema de CIT en conjunto con la cuota global se debe crear una Función de Valor, la cual está definida por ecuación (20). Luego, es necesario maximizar la ecuación de Bellman, desde donde se puede desprender el valor óptimo de la distribución de los costos de administración y la regla de captura óptima (CGC).

Cabe notar que, para obtener el valor de la función del Valor del próximo periodo se realiza una interpolación entre la Función de Valor actual y el crecimiento del recurso.

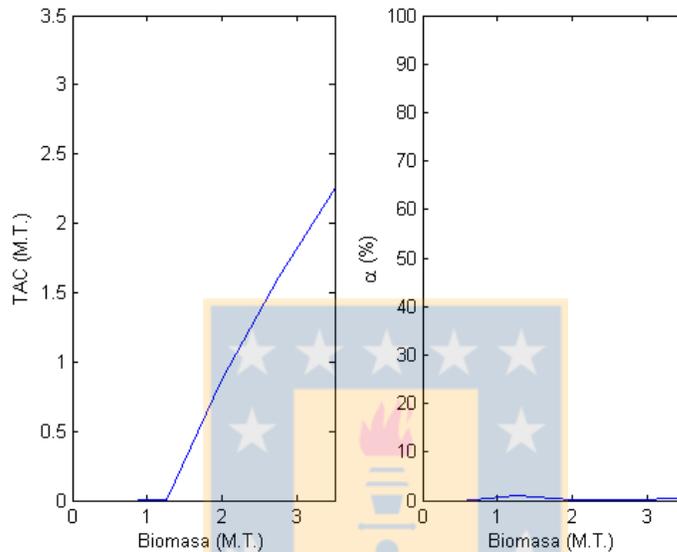
La ecuación de Bellman a maximizar se reduce a lo siguiente:

$$\text{máx } W_{\alpha, Q} = PQ_t - \sum C_i(q_i^*(Q_t), B_t) - M(\alpha, Q_t, B) + \epsilon W_{t+1}(B_{t+1}) \quad (21)$$

Luego de computar esta función se obtiene el valor óptimo de la distribución de los costos de administración y la regla óptima de captura.

El siguiente gráfico refleja que la distribución óptima de los costos de administración (α) debe recaer en la industria pesquera, independientemente del nivel en que se fije la CGC. Además, muestra que no se debiera asignar toneladas de extracción hasta que el stock del recurso fuera 1.5 millones de toneladas.

Gráfico 17: Relación entre Biomasa vs CGC y Biomasa vs α .

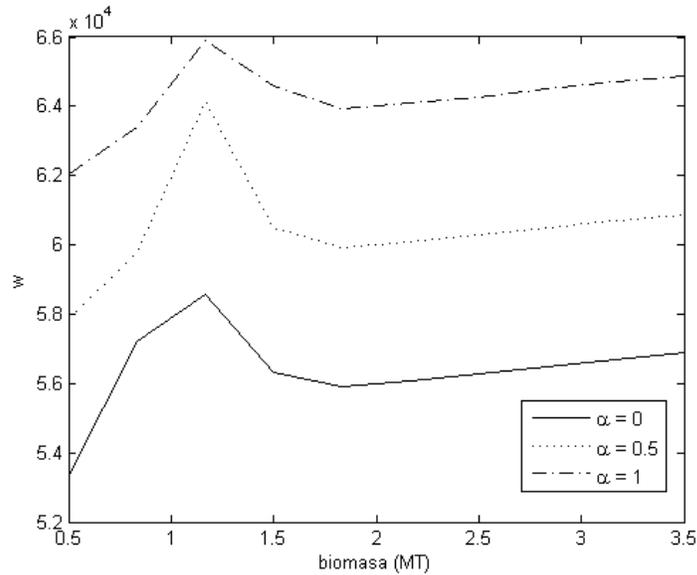


Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

El gráfico anterior da cuenta que el nivel de cuota óptima que se fija depende del nivel de abundancia, desde 1.2 millones de toneladas del stock. Además, la distribución de los costos de administración no dependen de los niveles de biomasa. En conjunto ambos gráficos sugieren que la cuota óptima no dependen de los costos de administración.

En segundo lugar, se tiene que la relación Biomasa v/s el precio de la cuota se comporta como sigue:

Gráfico 18: Relación entre Biomasa y Precio del mercado de cuota, para distintos niveles de α



Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

Cuando la biomasa se incrementa, al inicio, el precio de equilibrio de la cuota aumenta alcanza un máximo cuando la biomasa es 1.2 millones de toneladas, luego, si la biomasa sigue aumentando, el precio de equilibrio de la cuota tiende a caer para posteriormente recuperarse. Además, se aprecia que, el nivel de precios de equilibrio de la cuota alcanza el nivel más bajo para cualquier nivel de biomasa cuando $\alpha = 0$ y su nivel más alto cuando $\alpha = 1$

A continuación se observa cómo varía la CGC, cuando cambia la distribución de los costos de administración, para distintos niveles de Biomasa.

Tabla 9: CGC según cambia α , en función de la biomasa.

BIOMASA	CGC ($\alpha = 0$).	CGC($\alpha = 0,5$)	CGC ($\alpha = 1$)
500000	0	0	0
833333	0	0	0
1166667	10814.73	10025.24	9301.24
1500000	273579.72	228574.29	209464.48
1833333	697938.31	694864.64	688373.07
2166667	1041879.71	1038725.48	1031681.22
2500000	1368288.43	1365059.33	1357271.25
2833333	1676330.74	1672990.93	1664495.99
3166667	1966491.64	1962341.33	1953162.34
3500000	2239376.47	2233256.47	2223217.11

Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

Tal como se esperaba, la distribución de los costos de administración (α) afecta muy poco en la decisión de la cuota óptima. Esto se puede deber a que, los costos de administración afectan en una leve magnitud los costos marginales de pescar.

Análogamente, en la Tabla 10 podemos apreciar el equilibrio en el mercado de cuota para distinta distribución de costos de administración:

Tabla 10: Precio de la cuota según cambia α , en función de la biomasa.

BIOMASA	Precio equilibrio cuota ($\alpha = 0$).	Precio equilibrio cuota ($\alpha = 0,5$)	Precio equilibrio cuota ($\alpha = 1$)
500000	53333	57851	62053
833333	57225	59795	63411
1166667	58555	64149	65900
1500000	56302	60507	64604
1833333	55925	59931	63943
2166667	56067	60071	64080
2500000	56269	60272	64279
2833333	56479	60482	64488
3166667	56682	60685	64691
3500000	56873	60877	64882

Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

De la Tabla 10 se observa que a medida que los costos de administración se traspasan desde la industria pesquera hacia el Gobierno, el precio de equilibrio en el mercado de cuota aumentará, dado que, si el Gobierno cubre dichos costos los pescadores tendrán un incentivo para entrar en el mercado, aumentando la demanda por cuota haciendo subir el precio de ésta.

Tabla 11: Número de embarcaciones operando según cambia α

BIOMASA	N ($\alpha = 0$).	N ($\alpha = 0,5$)	N ($\alpha = 1$)
500000	0	0	0
833333	0	0	0
1166667	0	0	1
1500000	28	28	28
1833333	34	34	35
2166667	35	35	36
2500000	35	35	36
2833333	35	35	36
3166667	35	35	36
3500000	35	35	36

Fuente: Elaboración propia en base a simulaciones numéricas

Análogamente, se aprecia en la Tabla 11, que el número de embarcaciones operando aumentará mientras los costos se traspasen hacia el Gobierno.



7. Conclusiones

A modo de conclusión se puede decir si bien la regla óptima de captura no depende de los costos de administración, ya que varía muy poco, sí se ve afectado el precio de la cuota y el número de naves operando cuando los costos de administración se traspasan de un sector a otro.

Cabe mencionar que, en términos de eficiencia, lo óptimo es que la misma industria pesquera cubra sus propios costos de administración, porque, por un lado, existiría un incentivo a minimizar costos y por otro lado, el Gobierno no tendría que buscar fondos de otros sectores de la economía para financiar al sector pesquero. Este argumento realza la idea de que la industria pesquera sea autovalente en el sentido de que pueda encontrar una manera que los costos circulen dentro de la industria, por ejemplo, con los llamados Programas de Recuperación de Costos.

Además, según lo esperado, una pesquería que funciona bajo el régimen de Cuotas Individuales Transferibles, se ve beneficiada desde el punto de vista de la conservación, ya que, se fijará una regla óptima de captura, en este caso de estudio, no antes de que la biomasa alcance un valor cercano a los 1.2 millones de toneladas y posteriormente se irá aumentando la cuota óptima año a año proporcionalmente al stock del recurso hasta que encuentre el equilibrio de stock en estado estacionario, es decir, se pueda capturar sin afectar el tamaño del stock y se mantenga, independientemente del tiempo.

Al analizar los efectos de distintos niveles de costos de administración y cómo estos se distribuyen, en el mercado de cuota se encontró que sólo fueron significativos los efectos en tres situaciones: cuando se aumenta en un 100 % el precio de playa del recurso con respecto a su precio original (\$70.000), cuando la biomasa del recurso disminuye a la mitad con respecto a su nivel original (4.000.000 toneladas) y cuando el precio del recurso disminuye a la mitad. En el resto de los casos, los efectos sobre el precio en el mercado de cuota (w) es prácticamente nulo, es decir, no varía demasiado del escenario base.

Por un lado, al estudiar a través de simulaciones numéricas la distribución óptima de (α) conjuntamente con la CGC se concluye que cualquiera sea el nivel de CGC que fije la autoridad para el recurso, la industria debe cargar con todos los costos de administración ($\alpha = 0$). Este es un resultado que concuerda con la literatura teórica, en donde hay autores que sostienen este resultado basándose en la eficiencia (Chávez y Stranlund, 2013).

Además, de este análisis podemos concluir que a medida que el Gobierno cubre los costos de administración se tendrá más embarcaciones entrando al mercado de cuotas.

Por otro lado, al examinar mediante simulaciones numéricas el impacto de la distribución de costos de administración en el stock de equilibrio de estado estacionario se infiere que, en el caso cuando se simula sin costos de administración ($M = 0$) la autoridad debería fijar el nivel de CGC a partir de un nivel de biomasa equivalente a 1,2 millones de toneladas. En el caso cuando se simula los costos de ad-

ministración, se subdivide el análisis en tres casos, en el primero cuando los costos de administración son totalmente pagados por la industria pesquera, se observa que puede existir un nivel de CGC óptima desde cuando la biomasa alcanza 1,2 millones de toneladas. En segundo lugar, cuando los costos de administración son pagados por mitades entre Gobierno e industria pesquera, se concluye que la CGC óptima es fijada por la autoridad una vez que la biomasa alcanza nivel de 1,2 millones de toneladas y finalmente, en el caso cuando los costos de administración son pagados totalmente por el Gobierno, sucede la misma situación que en los casos anteriores, es decir, se podrá fijar una CGC óptima sólo cuando la biomasa sea mayor a 1,2 millones de toneladas. Lo anterior significa que independiente de quién cargue los costos de administración, el nivel de CGC óptimo no debe cambiar, posiblemente debido a que los costos marginales de pesca no afectan la decisión de la regla óptima.

Por último, dado los casos anteriores de regla óptima se simula el stock de equilibrio en estado estacionario, el cual, en todos los casos de α , se deberían capturar aproximadamente 300,000 toneladas para que la biomasa alcance su equilibrio estacionario en alrededor de 7 años.



8. Referencias

Referencias

- [1] Arcos, D (1987). "Seasonal and short time scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepción coast, Chile". PhD. thesis. State University of New York, Stony Brook.
- [2] Arnason, Ragnar, Rögnvaldur Hannesson, and William Schrank. (2000). "Costs of Fisheries Management: The case of Iceland, Norway and Newfoundland," *Marine Policy* 24: 233-243.
- [3] Arnason, R. et al (1999). "Government Expenditures on Fisheries and Fisheries Management in Iceland".
- [4] Atkinson, A.B y Stiglitz, J.E., (1980). "Lectures on Public Economics". McGraw-Hill, New York.
- [5] Bellman, R. (1957): "Dynamic Programming" Princeton University Press. Princeton, New Jersey.
- [6] Buck, E (1995). "Individual Transferable Quotas in Fishery Management" CRS Report: 95-849. National Library for the Environment – NLE, September 25, 1995.
- [7] Chávez, C y Salgado, H. (2005). "Individual Transferable Quota Markets Under Illegal Fishing", *Environmental and Resource Economics* 31: 303-324.
- [8] Chávez, C. y Stranlund, J. (2013): "Who should bear the administrative costs of an ITQ fishery". *Marine Resource Economics*.
- [9] Compendio Estadístico, "1.4 Estadísticas de Trabajo y Previsión". Instituto Nacional de Estadísticas.
- [10] Cox, A. (2000). "Cost Recovery in Fisheries Management: The Australian Experience".
- [11] Cubillos, L et al. "Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano, Chile (37°S, 73°W): a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling?" *Aquat. Living. Resour.* 14 (2001) 115-124.
- [12] Cubillos, L y Arcos, D. (2002). "Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central south Chile in the 1990s and the impact of the 1997-1998 El Niño"
- [13] Gómez-Lobo, A; Peña-Torres, J; Barría, P (2007). "ITQ's in Chile: Measuring the economic benefits of reform" *Serie Documentos de Trabajo N 258*, Departamento de Economía, Universidad de Chile.

- [14] Grafton, R.Q. (1996) "Performance of and prospects for rightsbased fisheries management in atlantic canada". Taking Ownership: Property Rights and Fishery Management on the Atlantic Coast. Atlantic Institute of Markets Studies.
- [15] King, J.R, McFarlane, G.A. (2005) "Migratory patterns of pelagic fishes and possible linkages between open ocean and coastal ecosystems off the Pacific coast of North America." Deep-Sea Research II 52 (2005) 739-755.
- [16] Hatcher, A. and S. Pascoe (1998). "Charging the UK Fishing Industry". Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources, University of Portsmouth.
- [17] Informe Técnico (R.Pesq.) N 115/11: "Cuota Global Anual de Captura ara las unidades de Pesquería de Anchoveta (*Engraulis ringens*) y Sardina Común (*Strangomera bentincki*) V a X Regiones, año 2012". Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Gobierno de Chile.
- [18] Informe Técnico: Evvaluación de Impacto Socioeconómico de cuota de Captura, Pesquerías Pelágicas: Centro-Sur de Chile. Departamento de Análiss Sectorial, Subsecretaría de Pesca. Diciembre de 2012.
- [19] Ley General de Pesca y Acuicultura N° 19.079, 28 de Septiembre de 1991.
- [20] Ley General de Pesca y Acuicultura N° 19.713, 25 de Enero de 2001.
- [21] Ley General de Pesca y Acuicultura N° 20.657, 9 de Febrero de 2013.
- [22] Miranda, M. and Fackler, P (2002). "Applied Computational Economics and Finance" The Ohio State University & North Carolina State University, MIT Press.
- [23] Morales-Bojórquez, Gómez, V. (2003) "Relation between recruitment, sea surface temperature, and density independent mortality of the Pacific Sardine (*Sardinops caeruleus*) off the southwest coast of the Baja California Peninsula, México". *Scientia Marina* 67 (1): 25-32.
- [24] Peña-Torres, J (2002). "Debates sobre Cuotas Individuales Transferibles: ¿"Privatizando" el mar? ¿Subsidios? o ¿Muerte anunciada de la pesca extractiva en Chile?". *Estudios Públicos* 86 (Mayo): 183-222.
- [25] Sargent, Thomas J. (2000): "Recursive Macroeconomics Theory". Second edition. Massachusetts Institute of Technology.
- [26] Stockey, N. y Lucas, R. (1987): "Recursive Methods in Economics Dynamics" Harvard University Press.