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

TRADE-OFF ENTRE BENEFICIOS, DISTRIBUCIÓN Y EMPLEO EN PESQUERÍAS: UNA APLICACIÓN A LA PESQUERÍA ARTESANAL DE SARDINA COMÚN Y ANCHOVETA EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO

MIGUEL ALEJANDRO JARA ITURRA
CONCEPCION-CHILE
2014

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

Profesor Guía: Jorge Dresdner C., Ph.D.
Profesor Co-Guía: Walter Gómez B., Ph.D.
Facultad de Cs. Económicas y Administrativas
Universidad de Concepción

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría expresar mi enorme gratitud a mi guía de tesis, el Dr. Jorge Dresdner y a mi co-guía de tesis, el Dr. Walter Gómez, quiénes han tenido una enorme paciencia y disposición, entregándome invaluables enseñanzas, tanto en lo académico como en lo personal. Agradezco además su apoyo intelectual, el que ha sido de gran aporte para mi constante desarrollo como investigador.

También me gustaría agradecer a mi familia, a mis padres, Norma y Miguel, y a mi hermana Carolina, quiénes han sido mis pilares, y me han aportado con palabras de aliento cuando más lo he necesitado. Agradezco con creces su soporte incondicional, sin uds. nada de esto habría sido posible.

Por otra parte, están mis compañeros de Magíster, a los que ya han terminado y a los que se han unido en mi último período de este proceso. He tenido la oportunidad de conocer muchas personas a través de estos años, y he encontrado a muy buenos amigos. A todos ellos les agradezco enormemente que hicieran más agradable el día a día. No me cabe duda que grandes personas y profesionales han estado a mi lado.

Asimismo, agradecer a la Secretaria del MERNYMA, la Srta. Dominga Sandoval, por el excelente trato y la constante disponibilidad para atender cada uno de mis requirimientos durante mi estadía en el programa.

Quiero agradecer además a mi comisión de tesis, por sus valiosos comentarios durante la realización de esta investigación.

Agradecer a mis amigos, familiares, y a todos los que de alguna u otra forma han estado pendiente de la evolución en mis estudios.

A la Dirección Zonal de Pesca de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Región del Bio-Bío, por facilitar la información técnica y estadística para la elaboración de esta tesis de grado, en especial a Nuria Gonzalez, por su amabilidad en brindarnos respuesta a las consultas realizadas. A Mauro Urbina del Departamento de Análisis Sectorial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, por su siempre inmediata disposición a responder cada una de mis dudas.

Finalmente, agradezco a CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica) por el aporte entregado mediante su Beca Magíster Nacional. Y también agradezco a la Iniciativa Núcleo Milenio por su financiamiento, a través de la Beca de Termino de Tesis Núcleo en Economía Ambiental y Recursos Naturales.

Resumen

Trade-offs entre Beneficios, Distribución y Empleo en Pesquerías: Una Aplicación a la Pesquería Artesanal de Sardina Común y Anchoveta en la Región del Biobío

En la presente investigación se analiza el(los) efecto(s) que tiene una reasignación de cuotas entre las organizaciones de pescadores que funcionan bajo el Régimen Artesanal de Extracción (RAE), sobre la distribución de beneficios de dichas organizaciones, y la relación o conflicto existente entre la distribución de beneficios, la maximización de beneficios y la generación de empleo. Para poder cumplir dicho objetivo fueron utilizadas las llamadas Técnicas de Generación, las cuales surgen como un subconjunto perteneciente a la Programación Multiobjetivo. La aplicación se basa en la información de la pesquería de sardina común y anchoveta para la región del Biobío, Chile, en el año 2011.

La especificación del modelo incluye una discusión de los objetivos comúnmente tratados en la literatura, tales como la eficiencia económica y la generación de empleo. No obstante, la pesquería en análisis presenta como característica un creciente conflicto entre pescadores artesanales por la distribución de la cuota. Es por ello que se incluye un tercer objetivo, relacionado al nivel de equidad en la distribución de beneficios entre las distintas organizaciones de pescadores, donde una serie de soluciones óptimas de Pareto fueron obtenidas desde la optimización de los tres objetivos propuestos.

El estudio concluye que tanto los niveles de máximo beneficio, empleo y equidad pueden ser mejorados a través de redistribuciones de viajes óptimos que se producen al interior de las organizaciones, donde las embarcaciones más grandes (lanchas mayores) surgen como principales receptores de los viajes de pesca, en desmedro de las embarcaciones más pequeñas (botes). A pesar de lo anterior, los viajes de las lanchas mayores resultaron menores a lo que ocurre en forma efectiva en la pesquería, independiente del objetivo que se tenga como preferencia. Ahora bien, se encontró la existencia de trade-offs entre equidad-beneficio y equidad-empleo, de modo que aumentos en los niveles de beneficio o empleo provocarán una disminución de la equidad (en el óptimo máx. equidad es similar a mín. inequidad).

Finalmente, considerando un escenario que redistribuye el 10 % de cuota, desde organizaciones más grandes a organizaciones más pequeñas, se encontraron cambios pequeños sobre los niveles individuales de los objetivos en términos de beneficios, empleo y equidad. También fueron comparadas las fronteras óptimas de Pareto que resultaron de la interacción de dichos objetivos, bajo un escenario con redistribución y un escenario base, observando leves cambios en las pendientes de dichas fronteras.

Abstract

Trade-Off Among Benefits, Distribution and Employment in Fisheries: An Approach to the Chilean Sardine and Anchovy Artisanal Fisheries in Biobío Region

This research analyzes the effect(s) of the reallocation quota among fishermen organizations which are associated to Artisanal Extractive Regime (RAE), upon the benefit distribution of those organizations, and the possible relationship or conflict among this benefit distribution, the maximum benefit and the employment. In order to achieve this objective, Generating Techniques were used, which emerge as a subset of Multi-objective Programming. The implementation is based on data about Chilean sardine and anchovy from Biobío region, Chile, for 2011.

The model specification includes a review about the goals commonly treated in the literature such as economic efficiency and employment generation. However, the analyzed fishery shows a growing conflict among fishermen due to the quota distribution. Taking this in consideration, it has been included a third objective related to the equity level in income distribution among the fishermen organizations where a set of Pareto optimal solutions were obtained from the three goals already proposed.

The research concludes that the maximum benefit, maximum employment and maximum equity levels may be improved through optimal trip redistributions within the organizations. The large vessels emerge as the principal recipient of this fishing trips, at the expense of the smaller vessels (boats). Despite this, the trips done by large vessels came up to be less than what happens in the fishery, regardless of the objective chosen. Also, it was found a trade-off between equity-benefit and equity-employment goals, so that increasing levels in benefit or employment will decrease the equity (in the optimum max equity is similar to min. inequity). Finally, considering a scenery where the quota is distributed up to a 10 % from smaller organizations to bigger organizations, little changes in the individual levels of benefits, employment and equity were found. Also, the Pareto optimal frontiers were compared under redistribution and base sceneries, observing slight changes in the slopes of this frontiers.

Índice general

Página

Agradecimientos II

Resumen IV

Abstract V

Tabla de Contenidos VI

Lista de Tablas VIII

Lista de Figuras IX

chapter

1. Introducción 1
2. Descripción y Regulación de las Pesquerías Sardina Común y Anchoveta en la Región del Biobío 5
   - 2.1. Pesquería Sardina Común y Anchoveta y Flota Artesanal 5
   - 2.2. Esfuerzo Pesquero y Costos 7
   - 2.3. Asignación de Cuotas 9
   - 2.4. Organizaciones 12
   - 2.5. Pesca Mixta e Industria Procesadora 13
3. Marco Metodológico 15
   - 3.1. Revisión Bibliográfica Teórica 15
     - 3.1.1. Programación Multiobjetivo en Pesquerías (MOP) 16
   - 3.2. Revisión Bibliográfica Empírica 19
   - 3.3. El Modelo 22
4. Resultados 28
   - 4.1. Estimación Función de Producción 28
   - 4.2. Perfiles Fronteras de Pareto 30
   - 4.3. Impacto Redistribución Cuota 38
   - 4.4. Distribución Viajes Óptimos a lo largo Frontera de Pareto 40
5. Discusión y Conclusiones 43
6. Anexos 46
   - 6.1. Precio Promedio Anual por Tonelada de Sardina Común y Anchoveta 46
   - 6.2. Construcción de Costos 47
   - 6.3. Índice de Theil 48

6.3.1. Antecedentes 48
6.3.2. Formulación de Theil 49
6.4. Tipología de Organizaciones de Pescadores Artesanales 50
6.4.1. Sindicatos 50
6.4.2. Asociaciones Gremiales 51
6.4.3. Cooperativas 51
6.5. Beneficio Mínimo 52
Referencias 55

Lista de Tablas

2.1. Número Anual de Viajes de Pesca, por Tipo de Embarcación, VIII región año 2011 8

2.2. Costos Promedio Viaje por Tipo Embarcación (en pesos), VIII región año 2011 9

2.3. Resumen Criterios Asignación RAE VIII región, año 2011 11

4.1. Estimaciones Mínimos Cuadrados No-Lineales, por tipo de Embarcación 29

4.2. Número de Tripulantes por Tipo de Embarcación 30

4.3. Número Total de Viajes por Función Objetivo, Escenario Entrada y Óptimo 31

4.4. Valor Agregado Optimización por Función Objetivo y Escenario Entrada 34

4.5. Valor Agregado Optimización Función Objetivo, Escenario Base y Redistribución 39

6.1. Componentes Precio Armador-Planta Promedio por Tonelada, VIII región año 2011 46

Lista de Figuras

2.1. Productividad de Desembarques (ton./embarcación), Tipo de Embarcación, VIII región año 2011 . 7
2.2. Número de Embarcaciones por tipo Organización, VIII región año 2011 13

4.1. Número Viajes Óptimos Total, por Función Objetivo y Tipo de Embarcación 33
4.2. Trade-Off Equidad - Beneficio, VIII región 36
4.3. Trade-Off Equidad - Empleo, VIII región 37
4.4. Comparación Trade-Off Equidad - Beneficio - Empleo, VIII región 40
4.5. Distribución Viajes Óptimos, Trade-Off Equidad - Beneficio - Empleo, VIII región 41

Capítulo 1

Introducción

Los recursos naturales presentan diversas clasificaciones dependiendo de su capacidad de renovación y también del tipo de acceso que la comunidad tiene a ellos. Bajo esta última idea se tiene a los llamados recursos de propiedad común, en donde los miembros del grupo tienen restricciones al acceso de estos recursos, afectando la forma en que pueden utilizarlos (Baland & Platteau (2003)). Los recursos pesqueros, clasificados dentro de esta definición, son el foco de análisis de la presente investigación. Específicamente miraremos hacia la administración pesquera, la cual está preocupada de la correcta utilización de los recursos pesqueros y de cómo estos pueden afectar al desempeño de la sociedad.

En la práctica, han existido variados esfuerzos para comprender la dinámica pesquera, ya sea a través de los modelos biológicos y bioeconómicos, como también con el desarrollo de las técnicas Multicriterio (MCDM, Multiple Criteria Decision Making), específicamente el subconjunto de modelos de Programación Multi objetivo (MOP), el cual ha surgido como una alternativa viable para la modelación del conflicto entre objetivos de la administración pesquera (Mardle & Pascoe (1999)). Esta apreciación nace a partir de que la administración se ve enfrentada a múltiples objetivos, en donde se manifiestan diversas presiones, especialmente de grupos políticos y sociales, provocando que estos objetivos entren en conflicto (trade-off) (Crutchfield (1973)). Bajo la misma idea, Hilborn (2006) argumenta que dichos conflictos expresados en objetivos pueden llevar no sólo a la no-sustentabilidad, sino también a que toda la crisis de la pesquería pueda ser pensada como un gran conflicto de objetivos.

Desde el punto de vista de la autoridad, la asignación se basa en algún resultado esperado que se quiere obtener dado este sistema, en términos de los objetivos de política de administración pesquera (Castillo & Dresdner (2012)). Particularmente, la flota artesanal es heterogénea, cuya diferenciación radica principalmente en el tamaño de las embarcaciones. A su vez, existen distintas organizaciones que están compuestas por estas variadas estructuras de flota, en donde cada una de estas organizaciones posee diferentes criterios de asignación internas, por lo que los resultados dependerán, en cierta forma, de la composición de cada una de ellas. Es importante notar que los objetivos de administración pesquera en Chile no son oficialmente conocidos, y no existe en la literatura una discusión en temas de administración pesquera. A pesar de lo

anterior, es posible encontrar en la literatura internacional variadas revisiones de administración pesquera con múltiples objetivos. Dentro de los objetivos comúnmente tratados se encuentran el trade-off entre la eficiencia y la generación de empleo (Leung *et al.* (2001), Padilla & Copes (1994), Castillo & Dresdner (2012)), como también aspectos distribucionales (equidad) (FAO (1983), Armstrong & Clark (1997), Pascoe & Mardle (2001)), representando una primera aproximación de los resultados a seguir en términos de alguna implementación de política.

Históricamente la actividad pesquera ha tenido un gran impacto en la actividad económica nacional. No obstante, la explotación del recurso ha llegado a niveles tan altos que en muchos casos la sustentabilidad se ha visto en riesgo para variadas especies. Por lo mismo, una serie de regulaciones a su acceso han surgido para evitar que dicho escenario sea repetido. Particularmente, las autoridades han regulado algunas pesquerías artesanales a través del Régimen Artesanal de Extracción (RAE). Éste asigna cuotas a organizaciones de pescadores artesanales, teniendo a la pesquería de sardina común y anchoveta como una de las más importantes del sector. Esta pesquería está principalmente ubicada en el Centro Sur de Chile, y su principal característica es ser una pesquería mixta, es decir, que a pesar de contener especies distintas, éstas conviven y se reproducen en un mismo hábitat y las artes de pesca utilizadas para capturar estas especies no permiten diferenciarlas.

De esta forma, la implementación del RAE surgió como un intento de generar un ordenamiento en el sector pesquero artesanal, como también indexar mayor certidumbre en el quehacer de los actores y generar condiciones para una mejor gestión de la actividad extractiva (SUBPESCA (2011)). Cuando recién se implementó este sistema, algunos pescadores artesanales no estaban muy confiados o convencidos del sistema, o en otros casos sentían que bajo la sombra de una organización no tendrían un aprovechamiento total de la cuota[1] que les correspondería de acuerdo al Historial Real de su embarcación[2]. Por lo tanto, ellos no crearon o no se unieron a ninguna de las organizaciones existentes para obtener una porción de la cuota, no obstante, con el pasar del tiempo se han percatado de la importancia de pertenecer a una organización, principalmente por la seguridad y estabilidad para obtener un monto determinado de cuota. Dado lo anterior, existió un aumento en el número y cambio en la participación sobre la Cuota Anual de Captura de dichas organizaciones.

A su vez, han surgido una serie de conflictos entre pescadores artesanales y autoridad, debido a la

[1] Informate calificado. Funcionario Subsecretaria de Pesca y Acuicultura.

[2] Criterio básico de asignación de cuota del sistema RAE, basado en desembarques históricos de las embarcación. Mayor detalle en siguiente sección.

forma en que se han estado asignando estas cuotas, llevando a una insatisfacción con la cuota individual recibida. Concretamente, diversas protestas han tenido como principales reclamos un aumento en la Cuota Anual de Captura y también la distribución de esta cuota entre pescadores, persiguiendo la idea de que existen pescadores con mucha y muy poca cuota. Como consecuencia de esto, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura ha tratado de buscar formas de redistribuir la fracción artesanal para favorecer a los más "pequeños" y quitarle a los más "grandes", por medio de evaluaciones anuales (2004-2008) y plurianuales (2009-2011) al sistema, para poder conseguir alguna solución al conflicto. Por su parte, el Consejo Nacional de Pesca (CNP) ha estado incrementando el nivel de cuota de sardina común y anchoveta como respuesta para asegurar altos niveles de empleo y mejores condiciones de vida de los pescadores artesanales (Leal *et al.* (2010)).

En los últimos años una serie de transferencias de cuota han surgido entre organizaciones de pescadores, lo que de alguna forma motiva a preguntarse si otras distribuciones podrían afectar al nivel de vida y el empleo de los pescadores que pertenecen a la región del Biobío. Bajo esta aproximación, es necesario considerar cuál es el costo de sacrificar un objetivo para poder mejorar otro, por lo que múltiples soluciones son permitidas en este problema, en donde la variación de dicha relación dependerá principalmente de alteraciones a la cuota que presente cada organización.

De esta forma, si la cuota se destina automáticamente hacia los pescadores que son más eficientes (mercado perfecto), entonces cualquier modificación en la cuota sólo debería generar impactos redistributivos, pero no debería afectar el nivel de eficiencia de la pesquería, eliminando el conflicto entre ambos objetivos. No obstante, en la pesquería es posible indentificar ciertas situaciones que avalan la existencia de imperfecciones en el mercado de cuotas. Por ejemplo, podemos destacar que no existe un precio públicamente conocido en la cuota, generando barreras a su transacción. Por otro lado, existen asociaciones estratégicas entre la industria y los pescadores artesanales, a través de préstamos dados a estos últimos, reflejado en la compra de nuevas embarcaciones, imponiendo que los pescadores deberán capturar su propia cuota. Éstas y muchas otras situaciones, se generan por el carácter colectivo de la asignación.

Considerando lo discutido en el presente capítulo, los objetivos de este estudio son detallados a continuación:

El objetivo general de este estudio consiste en analizar el(los) efecto(s) que tiene una reasignación de cuotas entre las organizaciones de pescadores que funcionan bajo el Régimen Artesanal de Extracción (RAE), sobre la distribución de beneficios de dichas organizaciones, y la relación o conflicto existente entre la distribución de beneficios, la maximización de beneficios y la generación de empleo.

Para lograr dicho objetivo, se deben cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Estimar una función de producción por cada categoría de embarcación que incluya la relación no-lineal entre el esfuerzo pesquero y la cantidad desembarcada del recurso.
- Optimizar un modelo de objetivos múltiples que incorpora los objetivos de eficiencia económica, equidad en la distribución del beneficio y generación de empleo, sujeto a restricciones de conservación del recurso.
- Evaluar el efecto de un cambio en la asignación de cuota entre organizaciones, por sobre el espacio de soluciones óptimas determinado por los objetivos de eficiencia económica, equidad en la distribución del beneficio y generación de empleo.

La investigación se organiza de la siguiente forma. En el capítulo dos se describe la administración y regulación de las pesquerías de sardina común y anchoveta en la región del Biobío. En el capítulo tres se expone el marco metodológico. Capítulo cuatro se muestran los resultados de estimación y optimización. Posteriormente, en el capítulo cinco se presentan las discusiones y conclusiones. En el capítulo seis se encuentran los anexos. Las referencias son presentadas en el último capítulo.

Capítulo 2

Descripción y Regulación de las Pesquerías Sardina Común y Anchoveta en la Región del Biobío

2.1. Pesquería Sardina Común y Anchoveta y Flota Artesanal

La flota artesanal que se analiza en el presente estudio opera con las especies sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). Dichas especies están localizadas en la costa Chilena aproximadamente a 30 millas náuticas oeste entre los paralelos 33°3' y 44°3' latitud sur. Biológicamente, la anchoveta tiene un desove anual continuo, siendo la principal área de distribución del desove entre el sur de Lebu en la región del Biobío (VIII) hasta Puerto Corral en la región de los Ríos (XIV), con máxima actividad reproductiva en los meses de agosto y octubre extendiéndose a veces hasta noviembre. La talla de primera madurez sexual es alcanzada a los 12 centímetros como promedio, el período de reclutamiento es de noviembre hasta marzo del siguiente año, siendo el máximo período de reclutamiento entre diciembre y enero del siguiente año. En el caso de la sardina común el período de desove es más acotado, sin embargo el área de distribución del desove y los meses de máxima actividad reproductiva son idénticos al de la anchoveta. La talla de primera madurez sexual es alcanzada a los 11,5 centímetros en promedio, y el período de reclutamiento es de noviembre a febrero del siguiente año, siendo el máximo período de reclutamiento entre diciembre y febrero del año siguiente (SUBPESCA (2012)).

En Chile, el marco legal de la actividad pesquera está regulada por la Ley N° 20.657 (anteriormente ley N° 18.892), Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA (2013)). La LGPA, como primera aproximación, realiza una clasificación que distingue entre pesca industrial y pesca artesanal.

En términos generales, la pesca industrial es definida como la actividad pesquera extractiva realizada por los armadores industriales, utilizando naves o embarcaciones pesqueras. En particular, los armadores

pesqueros industriales son las personas inscritas en el registro industrial, que ejecutan por su cuenta y riesgo una actividad pesquera extractiva o transformación a bordo, utilizando una o más naves o embarcaciones pesqueras, cualquiera sea el tipo, tamaño, diseño o especialidad de éstas, las que deberán estar identificadas e inscritas como tales en los registros a cargo de la autoridad marítima (art. 2°, N° 30 y N° 8, LGPA).

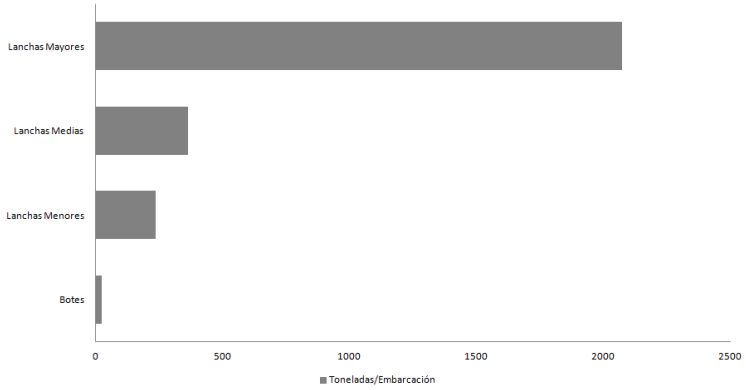
En el caso de la pesca artesanal, ésta es la pesca extractiva realizada por personas naturales que, en forma personal, directa y habitual, trabajan como pescadores artesanales inscritos en el Registro Pesquero Artesanal, con o sin el empleo de una embarcación artesanal. La actividad pesquera artesanal se ejerce a través de una o más de las siguientes categorías: armador artesanal, pescador artesanal propiamente tal, buzo, recolector de orilla, alguero o buzo apnea. (art. 2°, N° 28, LGPA).

Tenemos que entre los principales puertos de desembarque se encuentran: San Antonio en la V región, Coronel, San Vicente y Talcahuano en la VIII región, Corral en la XIV región y Calbuco y Puerto Montt en la X región. La flota artesanal es heterogénea y se compone de varias categorías de embarcaciones. A saber, se encuentran el bote a remo o vela (BRV), bote a motor (BMO), lancha menor ($\leq$12m), lancha media (>12m y $\leq$15m) y lancha mayor (>15m y $\leq$18m), en donde uno de los elementos de la diferenciación es el tamaño de la eslora que posee cada embarcación[3].

Es posible observar en la Figura 2.1 la productividad por desembarques que tiene cada categoría de embarcación activa (desembarque/número de embarcaciones activas), en donde consideraremos a una embarcación activa como aquella que ha realizado algún desembarque de sardina común y/o anchoveta durante el período en análisis. De esta forma, la productividad se ve incrementada a medida que aumenta el tamaño de la embarcación. Coincidentemente, mientras más grande es el tamaño de la embarcación, mayores son los desembarques y mayor es el número de embarcaciones activas dentro de dicha categoría. No obstante, si comparamos entre lanchas menores y lanchas medias, la diferencia en productividad no resulta ser tan distante, mientras que la diferencia entre botes y lanchas mayores sí resulta ser más significativa.

[3]La clasificación responde al DS N° 388 de Junio 1995 (SUBPESCA (1995). Para efectos de esta investigación y debido a la escasez de información para botes a Remo o vela (BRV), se decidió unir ambas categorías de botes, y de ahora en adelante sólo las llamaremos Botes, quedando en forma global con cuatro categorías.

Figura 2.1: Productividad de Desembarques (ton./embarcación), Tipo de Embarcación, VIII región año 2011



Fuente: Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile.

2.2. Esfuerzo Pesquero y Costos

La intensidad del esfuerzo que realizan los pescadores dentro de un año determinado, que desde ahora llamaremos esfuerzo pesquero, se mide a través del número de viajes que realiza cada embarcación. Concretamente, un viaje de pesca ocurre cuando una embarcación zarpa desde un determinado puerto o caleta para luego desembarcar en el mismo (distinto) puerto o caleta, dentro de la región que corresponde. Desde luego, cada viaje de pesca varía de acuerdo a factores como las condiciones climáticas y distancias recorridas, pese a ello no serán considerados estos últimos factores.

En la Tabla 2.1 se presenta el esfuerzo pesquero, medido como el número de viajes de pesca que realiza cada tipo de embarcación, de la VIII región durante el año 2011, en donde las embarcaciones más grandes fueron las que realizaron un mayor esfuerzo, representando el 86 % del esfuerzo total, seguido por lanchas medias, lanchas menores y botes. Del mismo modo, si observamos los viajes de acuerdo a la cantidad de embarcaciones que tiene cada categoría de embarcación, se sigue cumpliendo la misma relación, con especial cercanía entre lanchas menores y lanchas medias, con 17 viajes por embarcación. Por su parte, este esfuerzo tiene ciertas restricciones impuestas por la autoridad reguladora, tales como la veda biológica[4] establecida en el Numeral 1° del decreto exento N° 239 de 1996, y la veda extractiva[5] establecida en el Numeral 1° del decreto exento N° 115 de 1998. Estos decretos pueden ser modificados anualmente o varias veces en un año, por lo que sus valores pueden ir cambiando en el tiempo. También existen limitaciones a la cantidad

[4]Prohibición de capturar o extraer con el fin de resguardar los procesos de reproducción y reclutamiento de una especie hidrobiológica. Se entenderá por reclutamiento la incorporación de individuos juveniles al stock.

[5]Prohibición de captura o extracción en un área específica por motivos de conservación.

de días a la semana que cada embarcación puede salir a pescar, imponiendo una nueva cantidad de viajes de pesca entre una temporada y otra.

Un cálculo para el año 2011 respecto al esfuerzo anual que tiene permitido cada armador, nos dice que la cantidad máxima de viajes de pesca que cada embarcación podía efectuar fue de 166 viajes anuales.

Tabla 2.1: Número Anual de Viajes de Pesca, por Tipo de Embarcación, VIII región año 2011

Tipo Embarcación	**Esfuerzo (n° viajes)**	**Porcentaje**	**N° Embarcaciones**	**Viajes por Emb.**
Botes	79	1 %	16	5
Lanchas Menores	839	7 %	49	17
Lanchas Medias	805	6 %	48	17
Lanchas Mayores	10.947	86 %	270	41
Total	12.670	100 %	383	33

Fuente: Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile.

Por su parte, los costos totales anuales que presenta cada embarcación dependerán de las remuneraciones percibidas por los tripulantes, costos por marea y costos de inversión. Particularmente, entre los sistemas de remuneraciones destaca el sistema denominado "a la parte". Dicho sistema reparte los ingresos brutos que genera una embarcación, entre el dueño de la embarcación y los tripulantes que la componen. A la vez, los costos por marea lo integran víveres, combustible, permisos, e indican los costos que incurre cada embarcación al momento de realizar un zarpe. Mientras que los costos de inversión se componen de costos asociados al equipo de seguridad, carena, pintura, redes, motor, vengalas, y son costos relacionados a la mantención de la embarcación (mayor detalle revisar Anexo 6.2).

En la Tabla 2.2, observamos el comportamiento promedio de los costos por cada viaje de pesca, que tiene cada categoría de embarcación al año. Donde tenemos que las embarcaciones tipo bote son las que presentan los costos promedio por viaje más bajos, mientras que las embarcaciones tipo lancha mayor son las que evidentemente incurren en costos más altos por viaje[6].

[6]La distribución de los datos de costos se concentra principalmente en la cota inferior de cada categoría, evitando distorsiones de costos en embarcaciones que poseen tamaño de eslora cercano a los límites. Para detalles en la construcción de costos revisar Anexo 6.2.

Tabla 2.2: Costos Promedio Viaje por Tipo Embarcación (en pesos), VIII región año 2011

Tipo Embarcación	**Costos promedio por viaje**
Botes	$275.852
Lanchas Menores	$824.829
Lanchas Medias	$1.019.742
Lanchas Mayores	$2.072.311

Fuente: Elaboración Propia en base a la información proporcionada por informantes calificados.

2.3. Asignación de Cuotas

Muchas pesquerías en Chile están sometidas a una cuota global de captura de pesquerías en "plena explotación" (LGPA (2013)), la que es aplicada a las pesquerías en las cuales la capacidad extractiva de la flota iguala o supera los excedentes productivos del recurso. Esta cuota global debe ser fraccionada entre el sector industrial y artesanal, reservándose un porcentaje para pesca de investigación[7]. Por su parte, la pesquería en análisis está comprendida dentro de aquéllas a las que se le aplica la medida de límite máximo de captura por armador (Ley 19.713) (LMCA)[8], lo que significa que debe estar sometida a dicha cuota global de captura. Sin desmedro de lo anterior, a partir del año 2013 se ha implementado el sistema de licencias transables y transferibles de pesca clase A por 20 años renovables a los titulares de autorizaciones de pesca (art. 26° A, LGPA)[9].

Actualmente, son los comités científicos-técnicos (CCT) los encargados de establecer los rangos de la cuota global de captura para cada especie en cuestión. El artículo sexto transitorio de la LGPA establece

[7]Extracción sin fines de lucro de individuos de una especie hidrobiológica o parte de ellos, con la finalidad de obtener datos e información para alguno de los siguientes propósitos: generar conocimiento científico o tecnológico, realizar actividades de docencia, contar con antecedentes para adoptar medidas de administración o proteger la biodiversidad, el ambiente acuático y el patrimonio sanitario del país (art. 2°, N° 29, LGPA).

[8]El Límite Máximo de Captura por Armador (LMCA) está tratado en la Ley 19.713, que la establece como una medida de administración de los recursos hidrobiológicos consistente en distribuir anualmente la cuota global anual de captura asignada al sector industrial, para la unidad de pesquería, entre los armadores que tengan naves con autorización de pesca vigente para desarrollar actividades pesqueras extractivas en ella.

[9]Se tiene casos en que una determinada pesquería sujeta a régimen de plena explotación y administrada con cuota global de captura, se encuentre en un nivel igual o superior al 90 por ciento de su rendimiento máximo sostenible, se iniciará un proceso de pública subasta de una parte de la fracción industrial de la cuota global. Las licitaciones que se produzcan darán origen a las licencias transables de pesca clase B. Estas licencias tendrán una vigencia de 20 años, al cabo de los cuales se vuelven a licitar por igual período. (art. 27°, LGPA). De esta forma, los armadores pueden mantenerse bajo LMCA o adherirse a este nuevo sistema.

el fraccionamiento de la cuota global de captura entre el sector pesquero artesanal e industrial entre los años 2013 y 2032, ambos años inclusive. No obstante, según se indica en la letra c) del artículo 48 A de la LGPA el Subsecretario podrá, mediante resolución fundada distribuir la fracción artesanal de la cuota global de captura por región. En este caso el Subsecretario deberá consultar al Consejo Zonal y al Comité de Manejo, que corresponda.

A su vez, la LGPA establece para el sector pesquero artesanal un único régimen de acceso a la explotación de recursos para la pesca artesanal, que es el de Libertad de Pesca. Sin embargo, establece medidas de administración especiales, dentro de las cuales destaca el Régimen Artesanal de Extracción (RAE). El RAE a sido establecido como medida de administración, el cual puede ser definido como "un régimen consistente en la distribución de la fracción artesanal de la cuota global de captura en una determinada región, ya sea por área, tamaño de las embarcaciones, caleta, organizaciones de pescadores artesanales o individualmente" (SUBPESCA (2009)).

Este régimen ha sido implementado para la pesquería de sardina común y anchoveta desde las regiones V a X, teniendo como unidad de asignación las organizaciones de pescadores artesanales. En este sentido es un sistema de derechos colectivos de pesca. No obstante, a través del tiempo ha tenido sucesivos cambios en la implementación, por lo que en esta investigación se planteará la forma propuesta en el año 2011, que es el año relevante de análisis.

La asignación se basa principalmente en el concepto de historia real, el cual se constituye del historial real de desembarque (historia) y al menos alguno de los siguientes elementos: Número de pescadores y embarcaciones inscritos para la pesquería en al región (inscripción RPA), antigüedad de la inscripción del pescador artesanal en la pesquería (antigüedad), y habitualidad de pescadores y embarcaciones en la pesquería (habitualidad). La descripción de SUBPESCA (2009) para cada de una de estas variables, es la siguiente:

Historia: En este factor se considera para cada participante los desembarques informados al SERNAPESCA, registrados para el período 2002-2004, de manera que el armador con mayores registros de captura accederá a un mayor valor de este factor.

Inscripción en RPA: Piso de cuota asignado a cada embarcación resultado de la inscripción en el registro pesquero artesanal (RPA), en los recursos de interés. Este piso se traduce en 5 kg., los cuales son cargados a la Historia, vale decir, que ya son considerados dentro del factor determinado en dicho criterio.

Habitualidad: Se construye a través del número de recaladas que realiza la embarcación (se contabiliza como recalada el día que se informa desembarques en SERNAPESCA). Se considera que una embarcación es habitual si a lo menos la embarcación presenta un tercio del promedio de la habitualidad por embarcación en todo el período considerado (2002-2004). Cuando no se cumple este requisito la habitualidad pasa a ser cero (0). En caso contrario, el factor se construye tomando en cuenta el número de recaladas consideradas en el recurso de interés por cada participante, luego es relativizada al total de recaladas de todos los participantes.

Antigüedad en RPA: Factor que refleja los años de permanencia inscrito como armador o pescador artesanal en el registro pesquero artesanal (RPA) del armador titular de la embarcación. Para que este factor sea considerado válido, la embarcación del armador titular debe registrar desembarques de los recursos de interés en el período considerado en la historia y/o habitualidad. En caso de no poseer registros de desembarques, la antigüedad pasa a tomar un valor cero (0). El factor se construye a través de la sumatoria de los años transcurridos desde la inscripción en RPA, los cuales se relativizan a la suma total de los años de antigüedad de todas las embarcaciones. Obteniéndose de esta forma el factor para cada embarcación.

En cuanto a los ponderadores de cada criterio, se tiene lo siguiente:

Tabla 2.3: Resumen Criterios Asignación RAE VIII región, año 2011

Historia	**Antigüedad**	**Habitualidad**
50 %	15 %	35 %

Fuente: Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), Gobierno de Chile.

Eslora de la Embarcación: Este criterio pasa a tomar validez para aquellas embarcaciones que poseen una eslora igual o menor a 12 metros y que además presenten operación en el período considerado. De esta forma, una vez que ya es calculada la participación con los anteriores criterios (historia, inscripción RPA, antigüedad RPA, habitualidad) se le aplica un factor del 0,6818 % a dicha participación en la cuota. Finalmente, es relativizada a la sumatoria de todos estos factores.

Como resultado de aplicar los criterios ya descritos, se obtienen los respectivas participaciones sobre la cuota regional que tiene cada organización. Sin perjuicio de lo anterior, una cuota mínima por categoría de embarcación es también estipulada por la autoridad. La forma de obtener los recursos que completen dicha cuota mínima, es a través de la extracción del 8 % de cada asignación individual (Tabla 2.3) y el excedente

de las asignaciones de las embarcaciones que están por sobre 0,736497545 % de cuota regional. Como consecuencia, cada organización contará con un nuevo factor de participación sobre la cuota, resultado de la participación agregada de las embarcaciones que la componen. Para optar a esta asignación mínima, la embarcación deberá haber registrado operación en el período comprendido entre el año 2006 hasta el 20 de julio del año 2008.

Bajo estas circunstancias, y debido a la naturaleza colectiva de la cuota, cada organización posee sus propios criterios internos de asignación, de forma que cada organización debe acordar un programa de administración de la captura, especificando cuánto de la cuota le corresponde a cada miembro de la organización. La institución encargada de fiscalizar que se cumplan dichos criterios es el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).

2.4. Organizaciones

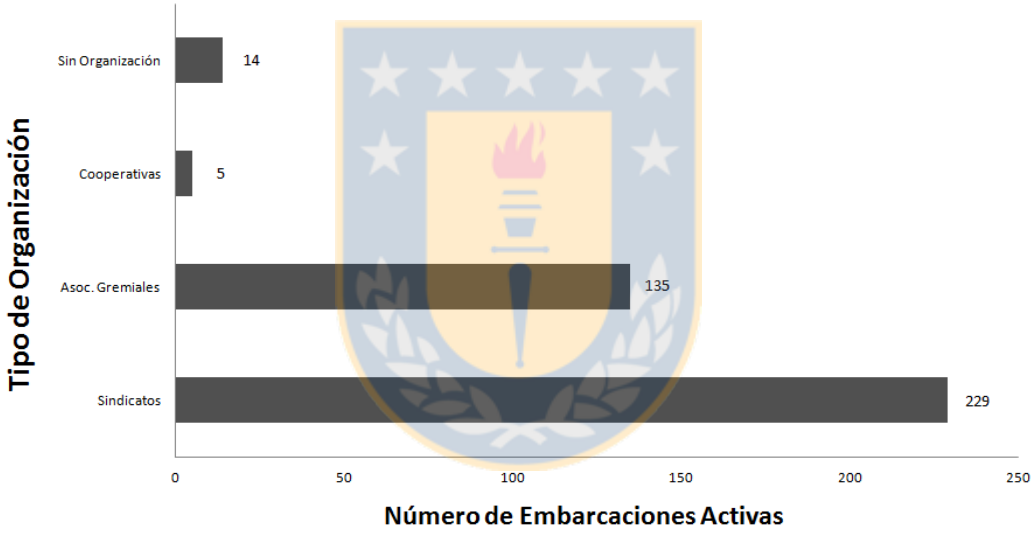
En el año 2011, para la VIII región, se observaron tres tipos de organizaciones, conocidas como asociaciones gremiales, sindicatos y cooperativas. De acuerdo a Barriga *et al.* (2009), las asociaciones gremiales corresponden a organizaciones que reúnen personas naturales, jurídicas o ambas con el objeto de promover la racionalidad, desarrollo y protección de las actividades que le son comunes, en razón de su profesión, oficio o rama de la producción o servicios y de las conexas a dichas actividades comunes. Mientras que los sindicatos se constituyen en asambleas de trabajadores, las cuales deben reunir los quórum mínimos y deben celebrarse ante un ministro de fe (Inspector de Trabajo, Notario Público u Oficial del Registro Civil). En el caso de los pescadores artesanales, sus sindicatos están dentro de la tipología Sindicato de Trabajadores Independientes (STI) que reúne a trabajadores que no dependen de ningún empleador, ni tampoco poseen empleados bajo su dependencia. Por último, se encuentran las cooperativas, que de acuerdo a la ley son definidas como: "Aquellas que se dedican a la producción, compra, venta, distribución, transformación de bienes, productos y servicios relacionados con la explotación de productos del mar y a las actividades que persigan el mejoramiento de las condiciones de vida de quienes las desempeñan. Las cooperativas pesqueras formadas por pescadores artesanales, tendrán acceso a todos los beneficios que señala la Ley General de Pesca y Acuicultura, para las organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas" (Art. 67. Ley 19.832).

A su vez, existe otro grupo de armadores no asociados al RAE, que componen la cuota Bolsón o cuota Residual. Las embarcaciones que pertenecen a la cuota Bolsón poseen inscripción en el registro pesquero artesanal (RPA), y además tienen permisos para operar en la pesquería, sin embargo, no están asociados al

RAE a través de alguna organización. Dicho sistema funciona como una "Carrera Olímpica", en donde cada pescador tiene permitido capturar hasta que la cuota bolsón asignada sea agotada. Como consecuencia de esto un pescador siempre va a preferir capturar lo más rápido posible, asumiendo que el otro pescador está pensando de la misma forma.

La naturaleza de por qué los armadores deciden unirse a un determinado tipo de organización no es bien conocido, no obstante la importancia de cada una de ellas ha ido cambiando en el tiempo (Castillo & Dresdner (2012)). Por ejemplo, en el año 2006 existían sólo 21 organizaciones, predominando principalmente los asociaciones gremiales y sindicatos. En el año 2011 existieron 54 organizaciones y fueron los sindicatos quienes presentaron una mayor cantidad de miembros (Figura 2.2), junto al surgimiento de nuevos tipos de organizaciones tales como cooperativas.

Figura 2.2: Número de Embarcaciones por tipo Organización, VIII región año 2011



Fuente: Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile.

2.5. Pesca Mixta e Industria Procesadora

En la práctica, la captura de sardina común y anchoveta se caracteriza por ser una pesquería mixta. Indicando que a pesar de contener especies distintas, éstas conviven y se reproducen en un mismo hábitat y las artes de pesca utilizadas para capturar estas especies no permiten diferenciarlas. En la VIII región, una vez capturadas son vendidas a la industria procesadora, transformando gran parte de dicha producción en

harina de pescado[10], la que posteriormente una porción importante es exportada. Esto conlleva a que el precio que se le paga al armador artesanal sea por tonelada de sardina común y anchoveta en su conjunto.

De acuerdo a conversaciones mantenidas con la autoridad reguladora y dirigentes de pescadores artesanales, el precio efectivamente pagado depende en muchos casos de la situación que pueda presentar cada pescador/armador artesanal[11], el que estará determinado por acuerdos individuales con las plantas procesadoras, cantidad desembarcada o la existencia de algún contrato formal, indicando que no existe un precio único en la industria. No obstante, debido a que no estamos observando la transacción armador-planta, utilizamos un criterio promedio para calcular el precio de mercado, a través de la fracción del precio de exportación promedio (precio FOB transformado a pesos chilenos) de la harina de pescado (para mayor detalle revisar Anexo 6.1).

[10] Bases de Datos SERNAPESCA, 2010

[11] Opiniones de informantes calificados. Dirigente de pescadores artesanales y funcionario de Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Capítulo 3

Marco Metodológico

En este capítulo se exponen los principales aportes de los modelos que utilizan técnicas multicriterio en la administración pesquera, abarcando inicialmente un ámbito teórico, para posteriormente analizar algunas aplicaciones a las principales pesquerías del mundo. Esto permitirá un mayor entendimiento de los criterios y variables a utilizar. Finalmente, se presentará el modelo propuesto.

3.1. Revisión Bibliográfica Teórica

Uno de los primeros autores en defender la incorporación de múltiples objetivos en la administración pesquera fue Crutchfield (1973). Este artículo señaló la necesidad de la intervención pública en la administración pesquera y argumentó por qué los objetivos deberían moverse desde una "función de máximo rendimiento sostenido a una función de bienestar social". Por su parte, Leung (2006) argumentó que en forma similar a la administración de otros recursos públicos, la administración pesquera abarca múltiples metas influenciadas por diversos grupos de interés. En particular, las metas de manejo pesquero tales como empleo, ingreso y temas distribucionales, preservación del stock y generación de renta están a menudo en conflicto. De este modo, las técnicas de Decisión Multicriterio (MCDM) parecen ser apropiadas para ayudar a la administración pesquera a analizar la solución de estas metas.

Teóricamente el planteamiento general de un modelo multicriterio (Evans (1994)) comienza con el problema que presentan los tomadores de decisiones, los que deben seleccionar valores para las n variables de decisión $x = (x_1, x_2, ..., x_n)$ con el objeto de optimizar las p ($p \geq 2$) funciones objetivos de estas variables de decisión $f_1(x), f_2(x), f_3(x), ..., f_p(x)$. Se asume, sin perder generalidad, que el tomador de decisión desea maximizar cada una de estas funciones objetivos simultáneamente (el tomador de decisión prefiere más a menos) sujeto a varias restricciones sobre las variables de decisión, expresadas como $x \in \beta$, con β como un conjunto de valores de restricción. Matemáticamente es representado a través de la siguiente forma:

$$\text{máx}\, f(x) = [f_1(x), f_2(x), f_3(x), ..., f_p(x)], \qquad \text{sujeto a } x \in \beta \tag{3.1}$$

Una solución $x^s \in \beta$, la cual maximiza cada función objetivo simultáneamente es llamada "solución

superior". Luego, una solución x^s para el problema representado en (3.1) es superior, si y sólo si $x^s \in \beta$ y $f_i(x^s) \geq f_i(x)$, para $i = 1, ..., p$ para todo $x \in \beta$.

En general, al menos dos de los p objetivos están en conflicto. Por esta razón una solución superior única al problema (3.1) rara vez existe. En problemas como éste, el tomador de decisión está interesado en encontrar soluciones eficientes. Luego:

Una solución eficiente el x^E al problema (3.1) es una solución factible $x^E \in \beta$, para la cual no existe alguna otra solución factible, $x \in \beta$, tal que $f_i(x^E) \leq f_i(x)$ para todo $i = 1, 2..., p$ y $f_i(x^E) < f_i(x)$ para algún $i = 1, 2, ..., p$.

En otras palabras, una solución eficiente es una para la cual no existe otra solución factible, la cual sea al menos tan buena para cada objetivo individual, y mejor en al menos un objetivo.

Para encontrar este tipo de soluciones existen variados métodos en el análisis multicriterio (Mardle & Pascoe (1999)). En términos generales, se pueden dividir estas técnicas en grandes secciones: Programación Multiobjetivo (MOP) y Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA). La principal diferencia entre ambas se produce porque el MOP utiliza un espacio de decisión continuo, mientras que el MCDA se enfoca a los problemas con una naturaleza discreta (Leung (2006)). Una descripción general de cada técnica es presentada a continuación, con especial énfasis en la Programación Multiobjetivo (MOP).

3.1.1. Programación Multiobjetivo en Pesquerías (MOP)

Una importante característica del MOP es que incorpora directamente el trade-off entre los objetivos modelados en el análisis. También intenta incorporar las preferencias del tomador de decisiones, en donde una de las formas más comunes es a través de ponderadores asignados a los distintos objetivos. A través de dichos ponderadores es posible obtener una solución óptima estimada.

Una clave del MOP es la Pareto Eficiencia, la cual ocurre cuando ningún objetivo o meta puede ser mejorado sin empeorar a otro. El conjunto de soluciones que cumplen con la Pareto Eficiencia determinan la frontera de Pareto o un set de puntos Pareto eficientes (caso discreto). Mientras que la solución de mejor compromiso tiene validez cuando se conoce la decisión específica del tomador de decisiones.

Programación de Metas Lineal (GP)

Fue introducido por Charnes & Cooper (1961) y quizás es una de las técnicas MCDM más antiguas. La principal forma de planteamiento de la programación de metas lineal está representado por el método por pesos relativos (WGP).

La estructura de un modelo GP minimiza la suma de las desviaciones absolutas provenientes de un valor objetivo (meta) dado. La representación matemática típica de un WGP es:

$$minz = \sum_{i=1}^{k} |u_i n_i + v_i p_i| \tag{3.2}$$

s.a.

$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i \quad \text{i=1...k} \tag{3.3}$$

$$x \epsilon X \tag{3.4}$$

$$x, n, p \geq 0 \tag{3.5}$$

donde $f_i(x)$ es una función objetivo a menudo lineal, b_i es un valor objetivo de una meta, x es una serie de variables de decisión, n, p son variables de desviaciones, y u, v son las respectivas ponderaciones de las variables de desviación.

La Ecuación (3.2) está en términos de una función de metas (éxitos), la Ecuación 3.3 es de k metas (u objetivos) y la Ecuación (3.4) representa una serie de restricciones opcionales al estilo tradicional de programación lineal. Los ponderadores de la función de logros especifican el grado relativo de importancia de cada meta. De este modo, un conjunto de soluciones óptimas de Pareto pueden ser obtenidas desde la optimización del modelo, logrado mediante la definición de los ponderadores.

Técnicas de Generación

El objetivo de las técnicas de generación es proveer toda la información que se puede derivar de un modelo multiobjetivo sin necesidad de explicitar preferencias (o juicios de valor). Las técnicas más comunes son: ponderación y métodos de restricciones.

Zadeh (1963) apuntó a que las soluciones de no-inferioridad pueden ser obtenidas del problema de optimización escalar, en donde la función objetivo se transforma en una suma ponderada de los componentes del vector original evaluada en la función objetivo $f(x)$.

La representación matemática del método de ponderación es:

$$\text{máx} \sum_{i=1}^{k} w_i f_i(x) \tag{3.6}$$

s.a.

$$x \epsilon X \tag{3.7}$$

$$x \geq 0 \tag{3.8}$$

donde x es el set de variables de decisión, $f(x)$ es el set de funciones objetivos, y w_i son los ponderadores asociados a los objetivos. Las soluciones óptimas pueden ser generadas por variaciones paramétricas de w_i, seleccionando inicialmente valores arbitrarios.

Similarmente la representación matemática de un método de restricciones es:

$$\text{máx}\, f_j(x) \tag{3.9}$$

s.a.

$$x \epsilon X \tag{3.10}$$

$$f_i(x) \geq b_i \tag{3.11}$$

$$x \geq 0 \tag{3.12}$$

donde b es un vector de limites inferiores sobre los $(k-1)$ objetivos f, para todo i excepto $i = j$.

Una serie de soluciones no-inferior (Pareto óptimas) pueden ser producidas por la parametrización de w_i y b_i para cada método respectivamente. Así, no se requiere ninguna valoración (a priori) de las preferencias del tomador de decisiones.

Programación Multiobjetivo, No lineal

El MOP es no-lineal si cualquiera de las restricciones y/o objetivos son no lineales. En la práctica muchos problemas se exhiben con algún grado de no-linealidad, como también muy pocos modelos bioeconómicos incluyen funciones lineales (captura/esfuerzo, precios de desembarque, costos de captura). Por su parte, la forma de programación no lineal es sustancialmente más difícil de optimizar que un modelo lineal, en donde programas lineales tienen buenas propiedades respecto a la optimalidad y procedimientos de resolución, mientras que los programas no-lineales son más complejos. De modo que la optimalidad no es garantizada y la convergencia puede ser lenta para los programas no-lineales (Kjærsgaard (2005)).

Existen una variedad de métodos de solución, pero la elección depende de la especificación o características del modelo, por ejemplo, ¿el modelo incluye restricciones no-lineales de igualdad o desigualdad, y esta factibilidad es un tema significativo? (Mardle & Pascoe (1999)). Así, dependiendo de la complejidad del modelo, podemos encontrarnos con una lenta convergencia y/o tendencia a encontrar un óptimo local sobre un óptimo global. Las aproximaciones más comúnmente incorporadas en los resolvedores de optimización no-lineal son variantes de los métodos de búsqueda del tipo gradientes.

Otro campo distinto de MCDM es el Análisis de Decisión Multi Criterio (MCDA) (Mardle & Pascoe (1999)). Típicamente MCDA es utilizado para temas de administración general más que el MOP. La principal característica de esta técnica es que permite incluir aspectos cuantitativos y cualitativos en el modelo.

3.2. Revisión Bibliográfica Empírica

Los modelos previamente expuestos representan distintos métodos que ayudan a la obtención de soluciones óptimas frente a los objetivos en conflicto. No obstante, existe una gran discusión sobre cuáles son los objetivos de administración pesquera que deberían ser incluidos en esta modelación. Es por ello que en la presente sección se hace una revisión de la literatura empírica que analiza cómo se comportan las principales pesquerías, cuáles son sus objetivos relevantes desde el punto de vista de administración pesquera, y cómo se comportan los trade-offs entre ellos.

En términos generales, existen cuatro grandes categorías de objetivos pesqueros: biológicos, económicos, sociales y políticos (Hilborn (2006)), en donde muchas de las políticas de administración pesquera alrededor

del mundo tienen idénticos objetivos. Sin perjuicio de lo anterior, también existen ámbitos más específicos, con objetivos tales como: (i) conservación del recurso; (ii) producción de alimentos; (iii) generación de riqueza económica; (iv) generación de ingresos razonables para los pescadores; (v) mantenimiento del empleo para los pescadores; y (vi) mantenimiento de viabilidad de las comunidades pesqueras (Charles (1989), citado por Mardle & Pascoe (2002)). Por su parte, FAO (1983) clasifica a los objetivos de la explotación pesquera en tres grupos: mantenimiento del recurso, resultado económico y equidad (necesidades sociales). Siguiendo la misma línea, Bromley & Bishop (1977) sugirieron la necesidad de incluir objetivos más allá de la eficiencia, considerando básicamente la distribución del ingreso, de modo de lograr un curso de acción socialmente deseable, y así poder lograr una evaluación más completa.

No obstante, es fundamental destacar que cada grupo de pescadores o áreas compuestas por pescadores, frecuentemente exhiben distintos objetivos, muchas veces independientes a los propuestos por las autoridades. Tal es el caso de pesquerías que son intervenidas (compartidas) por varios países, presentando diferencias desde el punto de vista operacional, escala de actividad, diversidad y estructura de administración, teniendo objetivos pesqueros muchos más específicos, los que no siempre van en concordancia con objetivos más generales establecidos por autoridades internacionales. Un claro ejemplo es el caso de los objetivos planteados por la Política de Pesquerías Comunes (CFP) de la Unión Europea (EU), sobre las pesquerías compartidas por España, UK, Francia y Dinamarca (Mardle *et al.* (2002)).

Bajo este contexto, Pascoe & Mardle (2001) identificaron el tamaño óptimo de la flota para el Canal de la Mancha (English Channel). Particularmente plantearon que los objetivos económicos y de conservación pueden ser complementarios, pero los objetivos de empleo y distribucionales frecuentemente están en conflicto con los objetivos económicos y sociales. De modo que, para lograr un incremento el nivel de beneficio económico es usualmente necesario reducir el tamaño de la flota. A menudo ésto es percibido como un problema, en el sentido que limita las oportunidades alternativas de empleo en varias comunidades costeras.

Fue definido también un objetivo de equidad, bajo el concepto de "estabilidad relativa", en donde cualquier reducción del empleo debería ser repartida proporcionalmente entre los dos países que capturan en dicha área. Para lograr el análisis descrito, se utilizó un modelo de programación lineal, específicamente el método de ponderadores, el cual permitió encontrar el tamaño óptimo de la flota.

Por su parte, Mardle & Pascoe (2002) utilizaron un modelo multiobjetivo no lineal, en donde investigaron los niveles óptimos de captura desde una perspectiva de corto y largo plazo, incorporando los múltiples

objetivos de Política de Pesquería Común (CFP) de la Unión Europea (EU). Específicamente, los objetivos de corto plazo fueron definidos como el empleo e ingreso regional, mientras que en un largo plazo se consideró el beneficio y la conservación del recurso. El modelo fue usado para estimar la pérdida potencial de resultado económico de la pesquería, adoptando una perspectiva de corto plazo.

Ahora bien, bajo una perspectiva de administración pesquera que incorpora sólo un área (o país), es posible definir o identificar objetivos que se ajustan exclusivamente a las pesquerías en cuestión. En la literatura podemos encontrar una variedad de objetivos relevantes, por ejemplo, tenemos estudios que consideran sólo objetivos biológicos, tal como la mortalidad incidental[12] de los delfines, dada la máxima captura del atún yellowfish (Enríquez (2004)).

Por su parte, Leung *et al.* (2001) proponen como objetivos los trade-offs entre la renta económica (beneficios pescadores), el empleo y el ingreso regional para la pesquería del bacalao en el norte de Noruega. Bajo estas circunstancias, los tomadores de decisiones se enfrentan al problema de cuál es la mejor asignación de la cuota total de captura (TAC) entre los cuatro grupos de embarcaciones existentes, en donde la asignación deseable del TAC diferirá dependiendo de cómo los tomadores de decisiones ven la importancia de cada objetivo. Por lo tanto, la información de los trade-offs puede ser útil desde el punto de vista del costo relativo de transar un objetivo por otro.

A su vez, Sylvia & Enriquez (1994), utilizaron tres objetivos de política relacionados a las rentas, producción y nivel de biomasa desovante (en hembras), utilizando los conceptos de economía (valor presente del ingreso neto), conservación (maximización del rendimiento del recurso, manteniendo el riesgo biológico a un nivel fijo), y utilización (valor del ponderador del producto dejado en las líneas de procesamiento). La solución usada en este análisis es consistente con la clase de soluciones conocidas como "técnicas de generación", permitiendo encontrar el efecto sobre las asignaciones Pareto óptimas. Ésta abarcó desde pesquerías costeras (shore-based) a pesquerías de aguas más profundas (off-shore), y consideró tanto a la industria extractiva como a la industria procesadora.

Padilla & Copes (1994) realizaron una aproximación multicriterio para las pesquería tropicales del centro de Filipinas considerando sólo dos objetivos, por lo que el ejercicio se convierte en un caso especial llamado Modelo de Programación Bicriterio. En particular, fueron utilizados los objetivos de maximización de los beneficios para las empresas pesqueras (con respecto a entradas de capital), maximización del empleo pesquero (con respecto a entradas de trabajo), optimización de la captura (con respecto a la utilización de

[12]Mortalidad que se genera indirectamente, debido al esfuerzo de captura de otra especie objetivo.

los recursos) y provisión de un acceso igualitario para los grupos de pescadores que compiten (respecto a la equidad). Los dos primeros se mantuvieron como funciones objetivos, mientras que las otras dos fueron consideradas como restricciones.

Siguendo el planteamiento anterior, Castillo & Dresdner (2012) modelaron la pesquería artesanal de sardina común y anchoveta de la VIII región, Chile. En donde, la principal diferencia radica en que Padilla & Copes (1994) están interesados en la modelación de diferentes artes de pesca para sectores homogéneos, mientras que Castillo & Dresdner (2012) consideran que las flotas de las diferentes organizaciones son heterogéneas. Esto en parte se ve reflejado por la naturaleza colectiva de los derechos en asignación, en desmedro de los derechos individuales.

Finalmente, Armstrong & Clark (1997) argumentaron que en las pesquerías de Noruega, a pesar de que puede discutirse que los administradores no toman (explícitamente) en cuenta el problema de la equidad, ellos sugieren que sí. Se parte de la base que, sin regulación, el administrador está preocupado sólo por la eficiencia, pero cuando son implementadas regulaciones, dado un decline del stock, entonces se observa que el administrador le da un gran ponderador a la equidad. Una vez que el stock se ve mejorado se vuelve al objetivo de eficiencia.

3.3. El Modelo

Siguiendo la aproximación de Castillo & Dresdner (2012) y Armstrong & Clark (1997), serán utilizadas técnicas de programación multiobjetivo para analizar cómo cambios en la distribución de la cuota global de captura, relacionadas a la fracción artesanal que le corresponde a sardina común y anchoveta en la VIII región, tienen efectos en los objetivos de política pesquera. Dada esta propuesta, es importante conocer quiénes son los interesados en cada uno de los objetivos planteados y cómo la autoridad debería actuar para influir en cada uno de ellos.

Partiendo desde un punto de vista práctico, son las propias organizaciones quiénes deciden cuántos viajes realizar y cuándo salir o no a pescar. En este sentido, un control de los viajes lleva al control de cada uno de estos objetivos, teniendo un interés directo para que cada uno de ellos funcione.

En primer lugar, el interés sobre el máximo beneficio, simplemente se basa en que cada organización desea obtener los máximos retornos económicos, dado su nivel de cuota. Por otro lado, si desean asegurar una situación de máximo empleo, cada organización deberá mantener la mayor cantidad de miembros,

siendo necesario a su vez, tener una gran cantidad viajes y mantenerse activo en la participación de la cuota. No obstante, el interés de la equidad en la distribución de los ingresos tiene un tinte diferente. Hace ya varios años a estado surgiendo un conflicto por la insatisfacción de la cuota recibida, teniendo un especial énfasis en la VIII región. Paralelamente, la distribución de dicha cuota se ha ido traspasando gradualmente desde "los más grandes" a "los más pequeños", indicando que verdaderamente existe un interés para que este sistema funcione. Si ésto último no ocurriera, probablemente el conflicto sería mucho más intenso y los desembarques se mantendrían paralizados, lo que de alguna forma no sería conveniente ni para organizaciones, ni para armadores.

Desde el punto de vista de la autoridad, su influencia en cada uno de los objetivos se limita a modificaciones de la cuota, que en este caso es la porción regional de la cuota anual de captura. A saber, si la autoridad desea favorecer a la eficiencia (máximo beneficio económico neto), entonces debería asignar cuota a los más eficientes, es decir, a las organizaciones que estén compuestas por embarcaciones más grandes, debido a que son aquellas que poseen una mayor productividad por tonelada capturada por viaje. A su vez, si desea favorecer a la generación de empleos en el sector, entonces debería asignar cuota a quiénes realicen una mayor cantidad de viajes por tripulante. Y finalmente, si desea perseguir a la equidad en la distribución del ingreso, entonces la cuota se debería distribuir relativamente igual entre distintas organizaciones. De esta forma, el instrumento -asignación de cuotas-, actúa de forma directa en la distribución de la cuota entre las organizaciones, pero indirectamente en la distribución del ingreso, dado que distintas organizaciones se componen de distintas embarcaciones con distintas productividades por cada tonelada capturada por viaje, lo que en cierto sentido nos dice que no se obtienen los mismos ingresos ante una misma cantidad de cuota. Por lo tanto, cualquier decisión tomada por la autoridad implicará distintos criterios a considerar en la asignación de cuota, provocando costos que obligan a considerar cuánto se sacrificará de un objetivo con el propósito de favorecer a otro.

Por lo que se refiere a las restricciones, éstas estarán representadas por los ingresos mínimos con que cada organización debe cumplir, la conservación del recurso y el máximo esfuerzo técnicamente posible. La única variable de control para éste modelo será el nivel de esfuerzo pesquero f del tipo de nave j y la organización n, f_{jn}, medido en número de viajes al año. Las ecuaciones que representan a cada una de estas funciones están a continuación.

El máximo beneficio económico agregado neto (Y) puede ser representado matemáticamente a través

de la siguiente Ecuación, (3.13):

$$\text{máx}\, Y(f_{jn}) = \sum_j \sum_n p \cdot q_{jn}(f_{jn}) - \sum_j \sum_n c_j \cdot f_{jn} \tag{3.13}$$

donde j representa el tipo de embarcación (tamaño) y n representa a cada organización. El resto de la notación está dada por: p es el precio promedio anual para las especies sardina común y anchoveta, f_{jn} es el esfuerzo pesquero medido como el número de viajes para el j-ésimo tipo de embarcación y la n-ésima organización, q_{jn} son las capturas totales anuales para el j-ésimo tipo de embarcación y la n-ésima organización. Esta relación se representa a través de una función de producción del esfuerzo, la que fue especificada como una función Cobb-Douglas, permitiendo la existencia de rendimientos decrecientes en la captura, es decir, ante un aumento en la utilización del factor productivo - viajes - la cantidad capturada irá aumentando a tasas decrecientes. Finalmente, c_j es el costo promedio de viaje por embarcación tipo j.

En lo que respecta a la equidad en la distribución del ingreso, es importante notar que existen distintas formas de medirla, en donde el Método de Theil (IT) presenta una clara ventaja al permitir abordar el problema sin necesidad de supuestos previos (Altimir & Piñera (1979)). Esto nos lleva a calcular el nivel de equidad (inequidad) específicamente a través de la Ecuación (3.14), la cual minimiza el nivel de inequidad de los beneficios económicos entre las organizaciones de pescadores artesanales.

$$\text{mín}\, IT(f_{jn}) = 1 - \frac{H(U)}{LogN} \tag{3.14}$$

Teniendo que:

$$H(U) = -\sum_{n=1}^{N} U_n(y) \cdot LogU_n(y) \text{ donde } n = 1, 2, ...N$$

luego, N es el número de organizaciones de pescadores artesanales, y $U_n = \frac{y_n}{\sum_{n=1}^{N} y_k}$ es la participación de la organización n-ésima en el beneficio total de todas las organizaciones de la VIII región.

En consecuencia, el nivel de equidad estará en función de la suma de los beneficios de cada organización, que al mismo tiempo dependerán del esfuerzo presentado por cada embarcación dentro de una determinada organización, el esfuerzo por cada organización es la suma del esfuerzo de cada uno de los tipos de embarcaciones que la componen. Así, el beneficio individual para cada organización n es representado como:

$$y_n = \sum_j p \cdot q_{jn}(f_{jn}) - \sum_j c_j \cdot f_{jn} \tag{3.15}$$

Luego, reemplazando (3.15) en (3.14), el Índice de Theil queda expresado como sigue:

$$\text{mín}\, IT(f_{jn}) = 1 - \frac{\left(\sum_{n=1}^{N} U_n(y) \cdot LogU_n(y)\right)}{LogN} \tag{3.16}$$

Bajo esta idea, el índice de Theil pretende encontrar el nivel de concentración de la variable en análisis (IT), el que deberá fluctuar entre los valores 0 y 1, donde cero corresponde a la perfecta igualdad (todos tienen los mismo ingresos) y uno corresponde a la perfecta desigualdad (una organización tiene todos los ingresos y los demás no tienen ninguno). En consecuencia, se busca minimizar este índice de modo que la inequidad sea la menor posible.

La Ecuación (3.17) especifica el objetivo de maximización del empleo en la pesquería, donde $l_{jn} = \delta_j \cdot f_{jn}$ es tripulantes-viajes realizados, determinado como una relación lineal del esfuerzo. Donde, δ_j representa la cantidad de tripulantes por tipo de embarcación j, y f_{jn} es el esfuerzo en número de viajes para la embarcación tipo j que pertenece a la organización n.

$$\text{máx}\, L(f_{jn}) = \sum_j \sum_n [l_{jn}(f_{jn})] \tag{3.17}$$

Asimismo, se incluyeron tres sets de restricciones a los problemas-objetivos, las que están dadas por:

$$y_n = \sum_j p \cdot q_{jn}(f_{jn}) - \sum_j c_j \cdot f_{jn} \geq y_{n,min} \tag{3.18}$$

$$\sum_j [q_{jn}(f_{jn})] \leq C_n^G \tag{3.19}$$

$$f_{jn} \leq \text{máx}(f) \cdot W_{jn} \tag{3.20}$$

La Ecuación (3.18) representa los beneficios mínimos que debería soportar cada organización. Por su naturaleza el Índice de Theil, busca igualar los beneficios entre las organizaciones, pero no considera el hecho que éstas posean distintas capacidades instaladas (cada organización posee un número distinto de embarcaciones). De este modo, al no considerar dicha restricción podría ocurrir que mayores equidades signifiquen que las organizaciones más grandes deban disminuir sus beneficios para parecerse a organizaciones más pequeñas, provocando que no les sea factible económicamente operar con niveles de ingresos muy bajos (para mayor detalle revisar Anexo 6.5). La Ecuación (3.19) representa la restricción de los efectos de conservación y redistributivos, en donde la suma de las capturas de todas las embarcaciones para cada

organización n debe ser menor o igual a la cuota anual RAE (C^G) de esa organización. Al mismo tiempo, la sumatoria de dicha restricción para todas las organizaciones debe ser menor o igual que la fracción artesanal de la cuota anual de captura para la VIII región. Finalmente, la Ecuación (3.20) es una restricción para prevenir que en el proceso de optimización se obtenga una solución que exceda lo que es técnicamente posible, es decir, que el número de viajes realizados por las embarcaciones tipo j dentro de una organización n no superen el nivel máximo de esfuerzo f, multiplicado por la cantidad W de embarcaciones del tipo j que tiene cada organización n. Esta restricción a los días de viaje, responde a la implementación de vedas biológicas y vedas extractivas por parte de la autoridad, al igual que la cantidad de días a la semana que cada embarcación puede salir a pescar durante períodos determinados.

Dadas las especificaciones recién descritas, es importante que se den a conocer algunas diferencias con el modelo de Castillo & Dresdner (2012). En primer lugar, el nivel de equidad se incluye explícitamente como un objetivo a maximizar. Por otro lado, los costos tienen como unidad de análisis el tipo de embarcación-viajes[13]. Asimismo, es utilizada una relación Cobb-Douglas entre las capturas por viaje y el nivel de esfuerzo pesquero, por sobre una relación lineal. A pesar de lo anterior, la diferencia más importante radica en la inclusión del objetivo de equidad, el cual no ha sido analizado para esta pesquería y que podría responder a la búsqueda de los efectos redistributivos que han existido entre organizaciones.

Las principales fuentes de información provienen de bases de datos facilitadas por el Servicio Nacional de Pesca, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y Banco Central. Para comprobar la existencia de factibilidad de nuestro modelo multiobjetivo planteado, debemos considerar lo siguiente:

La provisión suficiente de información que permita obtener, por un lado, la estimación de los parámetros relevantes para cada forma funcional de la función de producción (por tipo embarcación), y por otro lado, que permita realizar la optimización de cada función objetivo, tanto por separado como en su conjunto (optimización simultánea de objetivos).

Un procedimiento inicial es la incorporación del número de viajes anuales y desembarques anuales en toneladas, permitiendo estimar por Mínimos Cuadrados No-Lineales la función de producción tipo Cobb-Douglas (relación desembarque-esfuerzo) especificada para cada tipo de embarcación (botes, lanchas menores, lanchas medias, lanchas mayores).

[13]Castillo & Dresdner (2012) utililizaron información de costos por tipo de organización (sindicatos, cooperativas, asociaciones gremiales, cuota residual.)

Por su parte, la optimización de cada función objetivo dependerá de los parámetros obtenidos previamente a través de la estimación por Mínimos Cuadrados No-Lineales y de la incorporación de costos y precios para las funciones de máximo beneficio neto agregado y equidad en la distribución de los ingresos (equidad en la distribución de beneficios netos por organización). A su vez, la función de empleabilidad (máximo empleo agregado), dependerá específicamente de datos, tales como, el número de tripulantes que tiene cada categoría de embarcación.

Ahora bien, existe una serie de combinaciones entre las tres funciones objetivos en análisis. No obstante, el foco de nuestra investigación se basa principalmente en analizar los efectos redistributivos sobre la función equidad, y su relación con las funciones objetivo de beneficio económico y generación de empleo. De esta manera, para obtener los efectos redistributivos se harán ejercicios de estática comparativa, evaluando cambios en el nivel de cuota de las organizaciones. Concretamente, se simulará un escenario en que traspasará cuota desde organizaciones "más pequeñas" a organizaciones "más grandes". Mientras que para analizar la relación con los otros objetivos (trade-off), la función de equidad tomará la forma de función objetivo y las funciones de beneficio neto y empleo actuarán como restricciones. De esta forma, a través del método de restricciones (revisar sección 3.1.1), se realizará una parametrización de dichas funciones, considerando el reemplazo de los niveles de esfuerzo óptimo (viajes óptimos) obtenidos de las optimizaciones individuales, sobre cada función objetivo. En el siguiente capítulo se aborda con mayor detalle la construcción de la parametrización.

En lo que respecta a las restricciones, tenemos en primer lugar a la función de conservación, la cual incluye a los parámetros obtenidos de la estimación por Mínimos Cuadrados No-Lineales, y la información de cuota que debe cumplir cada organización de pescadores. En segundo lugar tenemos a la restricción de factibilidad técnica, la que considera la información de las vedas anuales que son aplicadas a la pesquería y además el número de embarcaciones que posee cada organización. En último lugar, tenemos la función de beneficios mínimos, la cual considera la información del número de tripulantes que tiene cada organización, salario mínimo del año en análisis, número de embarcaciones que tiene cada organización y el promedio de meses que lleva la flota operando en un año tipo. Estas tres últimas restricciones son consideradas en el problema independientemente si estamos optimizando un objetivo o más de uno a la vez.

Los resultados y discusiones del modelo propuesto son considerados en el siguiente capítulo.

Capítulo 4

Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de estimación y optimización de los modelos planteados en el capítulo tres. En la primera parte se presenta la estimación de la función de producción. En la segunda parte se optimizan los objetivos de beneficio, empleo y equidad en forma individual, para posteriormente obtener el trade-off entre los mismos. Finalmente, se realiza un ejercicio de estática comparativa, para analizar efectos en la redistribución de la cuota.

La estimación de la función de producción se realiza porque a través de ésta se obtienen los parámeteros de entrada necesarios para optimizar las funciones objetivos y restricciones propuestas en el estudio. En particular, se utilizan para optimizar la función que refleja los beneficios agregados netos, la función de equidad en la distribución de beneficios netos, restricción de conservación y restricción de beneficios mínimos. El ejercicio de estática comparativa, consiste en la redistribución de cuota desde las organizaciones que consideraremos como pequeñas hacia organizaciones que consideraremos como grandes, esto para observar qué tanto difiere la frontera de soluciones óptimas respecto a la situación base.

4.1. Estimación Función de Producción

Acorde con la especificación planteada en la sección 3.3, la función de producción que relaciona el desembarque con el esfuerzo pesquero está representada por una función Cobb-Douglas, detallada de la siguiente forma:

$$q_{jn} = A_j f_{jn}^{\alpha_j} \tag{4.1}$$

Donde q_{jn} es el nivel de desembarque de la embarcación tipo j que pertenece a la organización n, medido en toneladas anuales. A_j es una constante para cada tipo de embarcación j, α_j es un parámetro para ser estimado por cada tipo de embarcación j y f_{jn} es el esfuerzo pesquero realizado por cada embarcación tipo j que pertenece a la organización n, medido como número de viajes anuales. Para efectos de implementación del modelo, un día equivaldrá a un viaje de pesca.

Utilizando el software Stata 12, fue estimada la Ecuación 4.1 por Mínimos Cuadrados No-Lineales, obteniendo los resultados que se presentan en la Tabla 4.1.

En primer lugar nos enfocaremos directamente sobre los valores del parámetro alfa, esto porque nos indica el grado de no-linealidad existente en la función de capturabilidad. Como es observado, las embarcaciones más pequeñas (botes, lanchas menores) presentan un parámetro alfa sobre uno, lo que indica la presencia de rendimientos crecientes a escala[14]. Por su parte, las embarcaciones más grandes (lanchas medias y lanchas mayores) presentan un parámetro alfa menor a uno, indicando la presencia de rendimientos decrecientes a escala[15]. Es importante destacar que dichos parámetros se encuentran en valores cercanos a uno, induciendo a que a pesar que existe algún grado de no-linealidad en dicha función, esta se asemeja bastante a rendimientos constantes a escala[16].

Tabla 4.1: Estimaciones Mínimos Cuadrados No-Lineales, por tipo de Embarcación

Tipo Embarcación	**Botes**	**Lanchas Menores**	**Lanchas Medias**	**Lanchas Mayores**
A_j	1,01	8,73	29,69	37,53
	(0,60)	(2,63)*	(2,02)*	(6,97)*
α_j	1,65	1,05	0,83	0,97
	(2,46)*	(10,20)*	(6,10)*	(30,13)*
R^2-Ajustado	0,63	0,88	0,85	0,97
Número Obs.	16	49	48	270

Fuente: Elaboración Propia con Datos Proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile. $j = 1, .., 4$ representa cada tipo embarcación; 1=botes, 2=lanchas menores, 3=lanchas medias, 4=lanchas mayores. Los valores entre paréntesis representan los valores p de la estimación, donde: * significativo al 1 %, **significativo al 5 % y *** significativo al 10 %.

Sin desmedro de lo anterior, si consideramos el número de observaciones que tiene cada categoría, existen notables diferencias especialmente entre los botes y lanchas mayores, lo que afectaría a los grados de libertad de la estimación, traducido en que la confiabilidad de los resultados sería distinta. Es por ello que se testeó la posibilidad de que estos parámetros no fueran significativamente distintos de uno[17]. Los resultados arrojaron que no se pudo rechazar la hipótesis nula, indicando que los α_j no resultaron ser estadísticamente distintos de uno. No obstante, la no-linealidad sigue presente en el modelo, principalmente

[14]Ante un aumento del factor productivo viajes, la cantidad capturada irá a aumentando a tasas crecientes.

[15]Ante un aumento del factor productivo viajes, la cantidad capturada irá a aumentando a tasas decrecientes.

[16]Ante un aumento del factor productivo viajes, la cantidad capturada irá a aumentando en la misma proporción (tasa constante).

[17]Para la prueba de hipótesis, se utilizó test t-student con 95 % de confianza. Los grados de libertad para botes, lanchas menores, lanchas medias y lanchas mayores son 14, 47, 46 y 268 respectivamente.

por la forma funcional que toma la función de equidad en distribución de beneficios.

Los coeficientes estimados provenientes de la Tabla 4.1, se utilizarán como parámetros del modelo de optimización. Comenzaremos encontrando el nivel de esfuerzo de pesca óptimo para cada tipo de embarcación por organización, por lo que se consideró la existencia de los objetivos de máximo beneficio neto agregado, máximo empleo agregado y máxima equidad en la distribución de beneficios netos entre organizaciones de pescadores, los que desde ahora llamaremos máx. beneficio, máx. empleo y máx. equidad (alternativamente en el óptimo puede ser también expresada como la mín. inequidad), respectivamente.

4.2. Perfiles Fronteras de Pareto

Una primera aproximación consiste en optimizar cada función objetivo individualmente, de manera de conocer el máximo o mínimo valor que puede tomar cada función objetivo, sin considerar la existencia de los otros objetivos. Esto nos entregará una situación equivalente a una política de un sólo objetivo a la vez. También puede ser visto como la máxima capacidad que tiene la pesquería para alcanzar ese objetivo.

Es importante notar, que los valores de la variable δ_j, que indican la cantidad de tripulantes a bordo por cada viaje de pesca (revisar Ecuación 3.17), debe ser utilizada en la función objetivo máx. empleo, y se obtuvo de la investigación realizada por Castillo & Dresdner (2012). Dichos valores se encuentran detallados en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2: Número de Tripulantes por Tipo de Embarcación

Tipo Embarcación	**Num. Tripulantes**
Botes	2
Lanchas Menores	5
Lanchas Medias	7
Lanchas Mayores	10

Fuente: Castillo & Dresdner (2012).

Para las siguientes optimizaciones se utilizó el software Matlab, con el paquete fmincon, esto por las características de no-linealidad que presentan las funciones objetivos y las restricciones del modelo. A la vez, fueron utilizadas 52 de las 54 organizaciones en funcionamiento, debido a que presentaron comportamientos atípicos respecto al resto de las organizaciones[18]. De esta forma, los resultados de viajes óptimos por cada

[18]Las organizaciones no consideradas en la optimización fueron: Cooperativa de Pescadores Pelilleros Isla Santa María

función objetivo son presentados a continuación

En la Tabla 4.3 se presentan los valores optimizados del número de viajes agregados cuando se escogen distintos objetivos a optimizar, y también se presentan la cantidad de viajes de entrada en el año base. Estos viajes de entrada surgen como una alternativa para comparar los viajes que resultaron de la optimización de los distintos objetivos versus lo que debería ocurrir bajo un escenario efectivo. Inicialmente, para realizar la compración fueron utilizados los viajes efectivos, los cuales provienen del número de viajes de pesca que cada organización/embarcación registró en SERNAPESCA. No obstante, nos pudimos percatar que los viajes óptimos y dichos viajes efectivos poseían distintos niveles de cuota. Particularmente, los viajes óptimos se basaban en la cuota que surge de la función de producción estimada, mientras que los viajes efectivos no. Es por ello que estos últimos fueron recalculados con el nombre de viajes de entrada, utilizando la cuota efectiva que posee cada organización, como también considerando los parámetros estimados en la Tabla 4.1. Ésto finalmente nos permite hacer una comparación de viajes considerando las mismas restricciones de cuota.

Tabla 4.3: Número Total de Viajes por Función Objetivo, Escenario Entrada y Óptimo

Objetivo	**Viajes Totales**
Máximo Beneficio Neto Agregado	22.595
Máximo Empleo Flota Agregado	25.401
Mín. Inequidad en Distribución Beneficios	15.053
Entrada	20.894

Fuente: Elaboración Propia con Datos Proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile. Los viajes están expresados en términos anuales.

Lo primero que observamos es que el número agregado de viajes de entrada es menor al número de viajes optimizado con los objetivos de máx. beneficio y máx. empleo, pero que son mayores a los encontrados en la mín. inequidad. Si efectuamos una comparación entre escenario de entrada y el escenario bajo máx. beneficio, tenemos que en ambos casos se consume toda la cuota a nivel organizacional, permitiendo inducir que la ganancia de beneficios es determinada solamente por efectos redistributivos al interior de la organización. De este modo, la cuota al interior es aprovechada por las embarcaciones más eficientes, esto lleva a que sean este tipo de embarcaciones las que realicen una mayor cantidad de viajes, de manera de

Ltda., Registro de Cooperativa Rol 1826 y Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales Caleta Lo Rojas, Registro Sindical Único 08.07.0287. Se excluyó también a los armadores pertenecientes a la cuota bolsón.

asegurar el máximo beneficio para una determinada organización, y por lo tanto, para toda la pesquería. Para el caso que compara el escenario de entrada con el escenario bajo máx. empleo, ocurre un efecto contrario, debido a que son las embarcaciones más pequeñas las que generan una mayor cantidad de empleo, por lo que nuevamente la redistribución ocurre al interior de la organización. Esta será una redistribución menos eficiente, pero generará más empleo, el que va ligado directamente a una mayor cantidad de viajes, debido a que las embarcaciones más pequeñas necesitan más viajes para capturar lo mismo que capturaban las embarcaciones más grandes. Para el caso de la mín. inequidad con el escenario de entrada, el análisis es un tanto distinto. Bajo esta situación no es posible asegurar que las organizaciones consuman toda su cuota, debido a que la equidad se puede mejorar a medida que los beneficios entre organizaciones se hacen más parecidos. Para ello una organización reduce sus niveles de desembarques para parecerse más a las otras. Lo que finalmente se ve reflejado en un menor número de viajes.

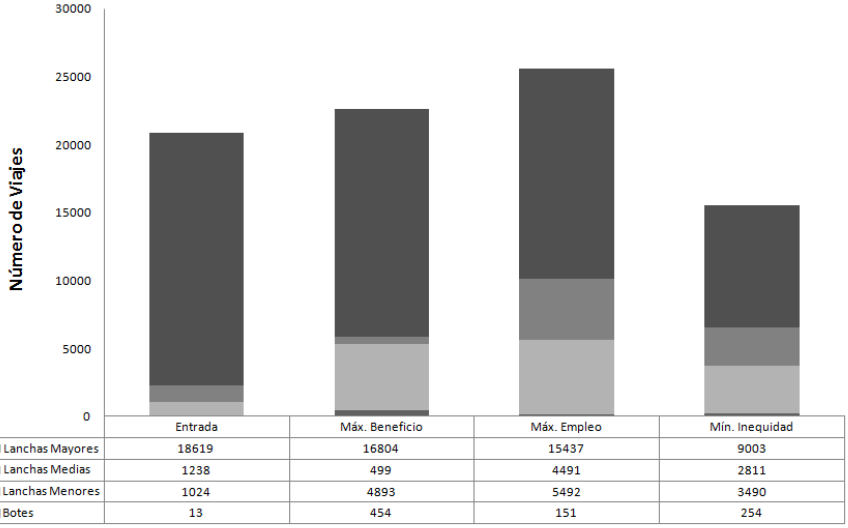
Entra en discusión la composición de la flota por categoría de embarcación que cada organización presenta al interior, como también el objetivo que la autoridad está preocupada. Por lo tanto, distintos objetivos, sobre una determinada composición de la flota, generarán distintos resultados en términos de viajes óptimos que pueda efectuar la pesquería.

De la Figura 4.1 podemos observar cómo se redistribuye el número de viajes hacia las distintas categorías de embarcación, en el escenario óptimo y escenario de entrada. Si analizamos el máx. beneficio, la mayor cantidad de viajes se dirige hacia las lanchas mayores, una vez que éstas han sido usadas plenamente, el esfuerzo es tomado por las lanchas menores, debido a que son las siguientes que generan más beneficios por viajes. Esto de alguna forma nos dice que al tener menores costos les permite tener un mayor diferencial de ingresos. Por su parte, las lanchas medias y botes son ocupadas marginalmente, sin poder superar cada una los 500 viajes al año.

Considerando ahora el máx. empleo, la situación es un tanto distinta. Los viajes se distribuyen en primera instancia hacia las lanchas mayores, pero son las lanchas medias y menores, las cuales acaparan los viajes restantes, dejando una cantidad de viajes muy pequeña a los botes. También es posible observar que la cantidad de viajes de las lanchas mayores disminuye en relación a los viajes realizados con la situación de máximo beneficio. Lo que es consistente con la idea que las embarcaciones más pequeñas deben tomar un rol activo, dado que son aquellas que generan más empleo.

Finalmente, en la situación de mín. inequidad, la distribución de viajes nuevamente es hacia las lanchas mayores, para luego tener proporciones parecidas entre lanchas medias y lanchas menores. No obstante,

Figura 4.1: Número Viajes Óptimos Total, por Función Objetivo y Tipo de Embarcación



Fuente: Elaboración Propia con Datos Proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile. Los viajes están expresados en términos anuales.

acá la lógica cambia, debido a que no necesariamente se consume toda la cuota, sino que pueden existir situaciones en que una organización tendrá que disminuir su esfuerzo para obtener beneficios parecidos a alguna otra organización. Esto es consistente con la cantidad de viajes agregados, resultando ser el objetivo con menores valores de viajes dentro de los tres en análisis.

Por otra parte, la distribución de entrada presenta una gran cantidad viajes hacia las lanchas mayores, y muy marginalmente hacia las otras categorías, en relación los distintos escenarios de optimalidad. Esto nos sugiere la idea de sobre-esfuerzo de la pesquería hacia las lanchas mayores, afectando los resultados en términos de objetivos que la autoridad/pescadores pudieran obtener.

En la Tabla 4.4 se observan los valores agregados de cada función objetivo bajo un escenario de optimización y escenario de entrada, como también los valores de dichas funciones evaluadas en los distintos objetivos en análisis. De esta forma, observamos que a mayor cantidad de viajes agregados, que es el caso resultante del máx. empleo, no implica un mayor beneficio, como tampoco lleva un mejoramiento de la equidad. A su vez, una menor cantidad de viajes genera una mín. inequidad, pero eso va en desmedro de un mayor beneficio agregado o un mayor empleo agregado. Es por ello, que el esfuerzo agregado que presente la pesquería dependerá del objetivo que se tenga como prioridad, y por lo tanto, la forma en que el esfuerzo se redistribuye al interior de las organizaciones. Probablemente sin RAE, no existiría cuota orga-

nizacional, sino que se trabajaría sólo bajo un escenario de Cuota Global. Por lo tanto, la redistribución del modelo sería tanto al interior como entre organizaciones, generando resultados distintos a los recientemente discutidos.

Tabla 4.4: Valor Agregado Optimización por Función Objetivo y Escenario Entrada

Escenario/Objetivo	**Entrada**	**Máx. Beneficio**	**Máx. Empleo**	**Mín. Inequidad**
Beneficio Neto Agregado	4.638	5.747	4.190	3.337
Empleo Flota Agregado	200.000	197.038	213.177	113.308
Inequidad Distribución Beneficios	0,076	0,093	0,091	0,04

Fuente: Elaboración Propia con Datos Proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile. Los datos de beneficio económico están expresados en millones de pesos, los datos de empleo días-hombres, el índice de distribución está en un rango entre cero y uno.

Siguiendo con la misma idea, de la Tabla 4.4 podemos analizar los valores agregados de cada objetivo bajo un escenario de entrada y un escenario de optimalidad. De este modo, tenemos que para el caso del máx. beneficio su valor de entrada resultó ser más bajo que su valor óptimo, $4.638 millones de pesos y $5.747 millones de pesos respectivamente. La misma relación es observada con el objetivo empleo, en donde en el escenario de entrada se emplearon 200.000 días-hombres al año, y su óptimo nos dice que se podrían alcanzar los 213.177 días-hombres al año. Finalmente, para el caso de la mín. inequidad representado a través del índice de Theil, tenemos que bajo el escenario de entrada, la distribución de los beneficios fue de 0,076, mientras que una mejor distribución debería estar alrededor de 0,04[19](recordando que a valores más cercanos a cero, existe una menor inequidad). Tomando estos resultados, todo indicaría que la pesquería se encuentra por debajo su nivel óptimo de beneficio, empleo e inequidad. Sin olvidar que cada uno de estos resultados fue visto en forma individual de un objetivo respecto al otro.

Si consideramos que la autoridad desea alcanzar más de un objetivo, asumimos que éstos de alguna forma estarán interrelacionados. Es por ello que resulta necesario efectuar una optimización Multiobjetivo, que capture dicho conflicto, permitiéndonos saber cuánto deberíamos ganar (o perder) de un objetivo al modificar el(los) otro(s) objetivo(s). Nuestra aproximación consiste en optimizar el nivel de mín. equidad, sujeto a los niveles de empleo y beneficio, ésto nos entregará la reacción de dicho objetivo frente a la existencia de los otros dos.

[19]Importante destacar que bajo el escenario de entrada la cuota fue ocupada plenamente, mientras que el escenario de mín. inequidad no necesariamente se cumple esa situación. Por lo tanto, puede existir una comparación, pero ambas se construyen bajo distintas condiciones.

Siguiendo la aproximación sugerida por las Técnicas de Generación, fueron calculados los valores óptimos agregados, indicando los rangos en que debe fluctuar la frontera de soluciones óptimas. Estos valores se obtienen evaluando los valores óptimos de la variable de control -viajes- provenientes de la optimización individual (por separado) del objetivo mín. inequidad, máx. beneficio y máx. empleo, por sobre las otras funciones objetivos, efectuando todas las combinaciones que este ejercicio permita realizar.

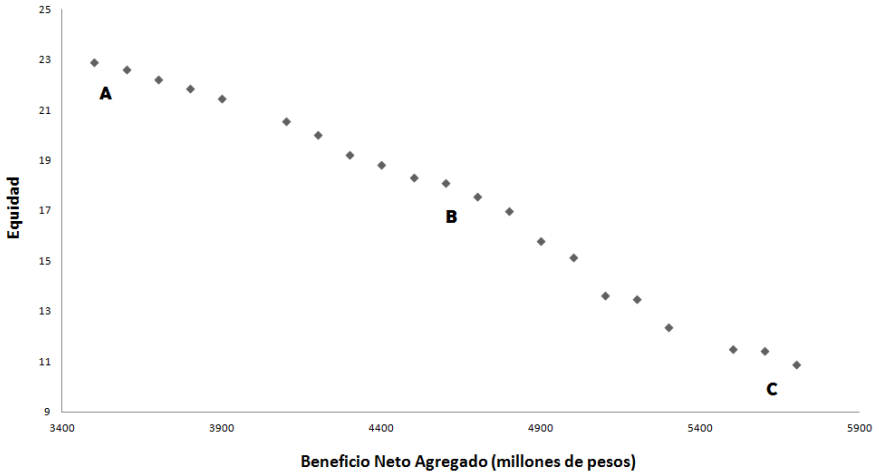
Por ejemplo, los valores óptimos de viajes provenientes desde la optimización de la función máx. empleo en forma individual, y los valores óptimos de viajes provenientes desde la función de mín. inequidad, son reemplazados en la función de máx. beneficio. El menor valor entre ambos, se utilizará para establecer el beneficio mínimo óptimo soportado por la pesquería, mientras que el máximo se extrae de los valores de la Tabla 4.4. El mismo procedimiento es aplicado con la función máx. empleo. Sin embargo, la función mín. inequidad, al ser considerada como una función objetivo, no debe someterse a este procedimiento, ya que sus valores dependerán de la interacción entre el beneficio y el empleo.

Para efectos de graficar correctamente el trade-off, la función de inequidad fue trasformada en términos de equidad, a través del cálculo de la inversa de sus valores (equidad=1/inequidad). De tal forma que mayores valores ahora representarán resultados más equitativos. Así, la función de equidad se desplazará entre 1 e ∞, en donde mientras más cercano a 1 el resultado es más inequitativo, en el extremo, mientras más cercano a ∞ el resultado será más equitativo.

De este modo, los márgenes óptimos agregados son los siguientes: La función máx. beneficio deberá tomar valores entre \$3.337 millones y \$5.747 millones, y la función máx. empleo deberá tomar valores entre 113.308 días-hombres y 213.177 días-hombres al año.

Como primer caso, fueron controlados los valores del beneficio, asumiendo un aumento de \$100 millones desde su valor más bajo. Así, la Figura 4.2 nos muestra la relación entre la función objetivo máx. equidad y la función objetivo máx. beneficio. Sin desmedro de lo anterior, se le exigió a la función máx. empleo que tomara valores mayores o iguales a 113.308 días-hombres, todo esto con el fin de encontrar un conjunto de resultados de la función equidad, que cumplan con las condiciones de optimalidad. Como es observado, a medida que aumentan los valores del beneficio, disminuye la equidad (más cercano a 1), indicando la existencia de trade-off entre ambos objetivos. A la vez, la equidad toma valores entre 22,93 y 10,90, indicando que en términos netos la diferencia alcanza casi el 52 % del valor inicial.

Figura 4.2: Trade-Off Equidad - Beneficio, VIII región



Fuente: Elaboración Propia con Datos Proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile.

Igualmente, el costo de aumentar el beneficio en términos de equidad no es constante, es decir, encontraremos grandes (pequeños) sacrificios de un objetivo para obtener cambios pequeños (grandes) del otro objetivo, dependiendo de la posición en que se realiza esta evaluación. De este modo, debido la naturaleza discreta de la frontera, las pendientes fueron calculadas a través de tres trazos[20] denotados como A, B y C, arrojando los siguientes resultados: Para el caso A la pendiente fue 3,11E-09. En la situación B la pendiente fue de 5,41E-09, y en la situación C la pendiente es fue 5,37E-09.

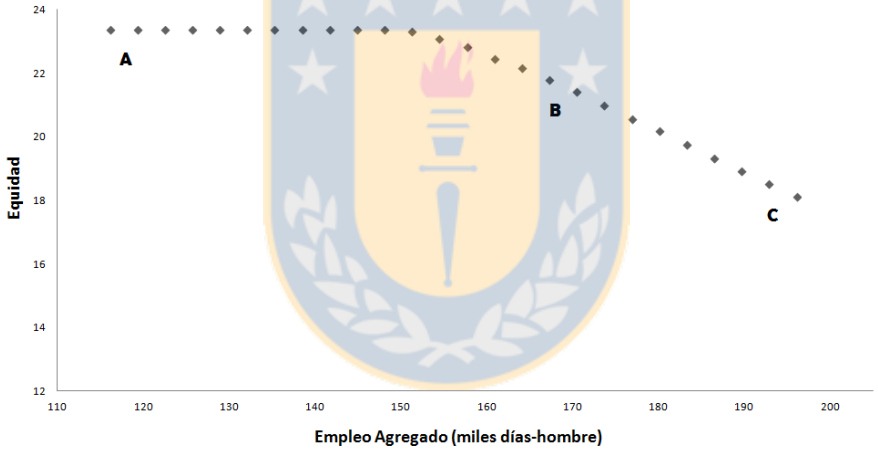
Por ejemplo, el trazo C nos indica que ante un aumento del beneficio en $100 millones, la equidad debería disminuir en un 5 %, mostrando que se necesitan grandes sacrificios de beneficio para mejorar levemente la equidad. Por su parte, la pendiente de la situación A resultó ser levemente mayor a la pendiente de la situación B y C, induciendo a que el sacrificio de beneficio en términos de equidad es mayor. Sin perjucio de lo anterior, si observamos todos los puntos de la frontera óptima, a simple vista no se observan quiebres relevantes que nos permitan asegurar que existen pendientes muy distintas de otras.

Es importante recordar que el objetivo máx. empleo, sigue siendo parte de esta interacción max. beneficio-máx. equidad, el cual fue predeterminado para tomar un valor mínimo, con la libertad de moverse sobre una cota inferior. De esta forma, su comportamiento resultó en un aumento desde 119.486 días-hombres hasta 195.210 días-hombres, movimiento que es simultáneo a la interacción entre el beneficio y la equidad.

[20] Basado en la distancia entre 2 puntos.

Se realizó el mismo ejercicio controlando por valores de empleo, y se consideró un aumento uniforme de 3.200 días-hombres. De esta forma, la Figura 4.3 nos muestra la interacción entre la función máx. equidad y la función máx. empleo, exigiéndole a la función máx. beneficio un mínimo de $3.337 millones, para cumplir con las condiciones de optimalidad. Como resultado, nuevamente se obtiene un trade-off entre ambos objetivos, no obstante, es importante tener presente que existe rango significativo de la frontera en que la distribución no reacciona ante cambios en el nivel de empleo, es decir, se podrían obtener los mismos niveles de equidad, sin necesidad de sacrificios en el empleo. Esto se observa desde los 116.000 días-hombres hasta los 148.000 días-hombres. Si llevamos este resultado a valores del escenario de entrada, la pesquería se ubicó fuera de dicho rango, implicando que políticas sobre el nivel de empleo sí tendrían consecuencias en la distribución de los beneficios de la pesquería. También es posible observar que el rango de variación de la equidad es un poco más acotado que en el caso anterior, comenzando desde un 23,36 hasta un 18,51, indicando que el impacto del empleo sobre la equidad es menor al evidenciado por el beneficio.

Figura 4.3: Trade-Off Equidad - Empleo, VIII región



Fuente: Elaboración Propia con Datos Proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile.

Nuevamente se establecieron tres trazos denotados como A, B y C, para obtener las pendientes en distintos puntos de la frontera óptima. En el trazo A, la pendiente lógicamente toma un valor 0, debido a que no existen cambios al variar las funciones objetivos. Bajo el trazo B, la pendiente fue de 0,00012, mientras que para al trazo C la pendiente fue de 0,00013. Si comparamos a estas dos últimas, tenemos una pendiente mayor en el trazo C, lo que nos indica que ante un aumento marginal en el empleo el sacrificio en términos de equidad es mayor. Dicha pendiente se lee de la siguiente forma: ante un aumento en el empleo en 3.200 días-hombres, la equidad debería empeorar en un 2 % aproximadamente. Nuevamente nos encontramos con que se necesitan grandes sacrificios de empleo para lograr cambios pequeños en la

inequidad.

Ahora bien, dada la interacción descrita en el párrafo anterior, el comportamiento presentado por el máx. beneficio es al alza, comenzando desde $3.338 millones hasta $4.328 millones. Este movimiento es simultáneo a la interacción entre el empleo y la equidad.

4.3. Impacto Redistribución Cuota

En este tipo de análisis es interesante evaluar cómo cambian los resultados ante cambios en el escenario base. Para esta investigación, se consideró un cambio en los precios sombra, determinados por cambios en el valor de las restricciones. Particularmente, se consideró un cambio en la distribución de cuota entre organizaciones, intentando redistribuir desde organizaciones pequeñas hacias las organizaciones más grandes. Una organización es considerada grande si del total de embarcaciones que posee, sobre el 50 porciento corresponde a embarcaciones tipo lanchas mayores, en caso contrario es considerada como organización del tipo pequeña. La implementación del presente procedimiento consideró a 12 organizaciones como pequeñas y a 40 organizaciones como grandes, redistribuyendo un 10 % de la cuota agregada de las organizaciones pequeñas, hacia las organizaciones grandes. El monto recibido y/o extraído a cada organización dependerá de la participación porcentual que poseen de la cuota, sin desmedro que en forma agregada la Cuota Anual de Captura sigue siendo la misma que en el caso base.

Es necesario notar que en el ejercicio propuesto las redistribuciones entre organizaciones no necesariamente significan una distribución entre lanchas grandes y lanchas pequeñas, porque finalmente ésto va a depender de la composición de la flota de cada organización. Por lo tanto, al redistribuir desde organizaciones grandes a organizaciones pequeñas no es conocido el efecto que se produce al interior de cada organización. Por un lado, puede ocurrir que una organización pierda porque tiene lanchas mayores, pero que por otro lado gane porque posee a su vez lanchas más pequeñas. De este modo, si le otorgamos un 10 % extra de cuota a las organizaciones más grandes, en desmedro de las organizaciones más pequeñas, entonces los resultados de optimización de cada objetivo visto individualmente, junto con los resultados del escenario base, se ven en la Tabla 4.5.

Con esta nueva distribución de cuota desde organizaciones más pequeñas a las más grandes, ocurre que las organizaciones más grandes son más eficientes, debido a que poseen embarcaciones que tienen un menor costo de captura por viaje, lo que se ve reflejado en un aumento del beneficio en $26,9 millones de pesos. Lo mismo ocurre en la función de empleo, la que se incrementa en un monto de 1.928 días-hombres, y

finalmente la inequidad aumenta marginalmente en un monto de 0,0003, dado que la distribución favorece a las organizaciones más grandes. Dichos resultados concuerdan con la nueva distribución de cuota, en el sentido que se intenta distribuir hacia organizaciones más eficientes. No obstante, la diferencia en términos porcentuales nos indica que estos cambios resultaron ser relativamente pequeños.

Tabla 4.5: Valor Agregado Optimización Función Objetivo, Escenario Base y Redistribución

Objetivo/Escenario	**Base**	**Redistribución**	**Diferencia**	**Diferencia en %**
Beneficio Neto Agregado	5.747	5.774	26,9	0,5 %
Empleo Flota Agregado	213.177	215.105	1.928	0,9 %
Inequidad Distribución Beneficios	0,0427	0,0430	-0,0003	-0,65 %

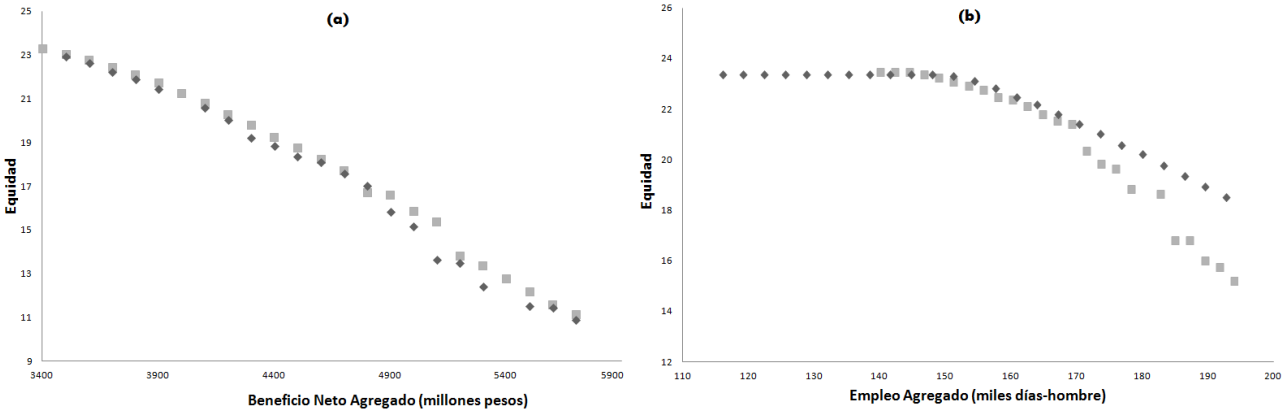
Fuente: Elaboración Propia con Datos Proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile. Los datos de beneficio económico están expresados en millones de pesos, los datos de empleo días-hombres, el índice de distribución está en un rango entre cero y uno. Los valores de las funciones objetivos en ambos escenarios, a diferencia de la 4.4, son los máximos posibles.

Una comparación de fronteras de soluciones óptimas entre el escenario base y el escenario con redistribución, nos sugiere comportamientos bastantes similares, al menos en el caso que analizamos la relación max. beneficio-máx equidad. No sería apropiado afirmar que ambas fronteras son exactamente iguales, debido a que si observamos en la Figura 4.4-panel (a), el escenario con redistribución (color plomo) tiene una pendiente levemente más plana (horizontal), indicando que para un mismo nivel de equidad, se necesitará sacrificar más beneficio. A pesar de lo anterior, si evaluáramos las pendientes en distintos puntos, a simple vista las fronteras parecen tener el mismo comportamiento, es decir, no se observan quiebres significativos en distintas partes de las fronteras, lo que nos permite afirmar que la relación máx. beneficio-máx. equidad se aproxima a una relación lineal.

Lo contrario ocurre en el panel (b), debido a que la frontera en el escenario con redistribución resultó ser más pronunciada (vertical), indicando que para un mismo nivel de equidad, en el escenario con redistribución se deberá sacrificar menos empleo. En esta últimas fronteras, sí parecen existir quiebres significativos, especialmente sobre los 150.000 días-hombres, entendiéndose que tanto en la situación base como en la situación redistribución, se necesitarán menos sacrificios en el empleo a medida que varía la equidad, con especial énfasis en la situación con redistribución. La diferencia entre fronteras se vuelve más significativa sobre los $4.900 millones de pesos en el panel (a) y sobre los 170.000 días-hombres en el panel (b). Sin desmedro que a valores más pequeños de beneficio y empleo, las fronteras presentan una forma bastante similar. Por lo tanto, cambios en los sacrificios de equidad ocurren una vez que se van aumentando los

valores de beneficio y empleo.

Figura 4.4: Comparación Trade-Off Equidad - Beneficio - Empleo, VIII región



Fuente: Elaboración Propia con Datos Proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile. Color negro y plomo indican escenario base y con redistribución, respectivamente.

Un punto a destacar, se relaciona con las decisiones que pueden ser tomadas a través de este análisis, en donde es necesario conocer en qué parte de la frontera nos encontramos, de modo de conocer cuánto estamos perdiendo si existe preferencia por uno u otro objetivo.

Por su parte, el ejercicio efectuado sobre los precios sombra arrojó resultados bastante interesantes, en el sentido que se logró alterar a cada objetivo por separado y la interacción entre ellos. Sin embargo, con impactos bastante pequeños, por lo que esto podría poner en discusión de cuánto se estaría dispuesto a sacrificar en términos de beneficio y empleo para lograr cambios pequeños en aspectos distributivos.

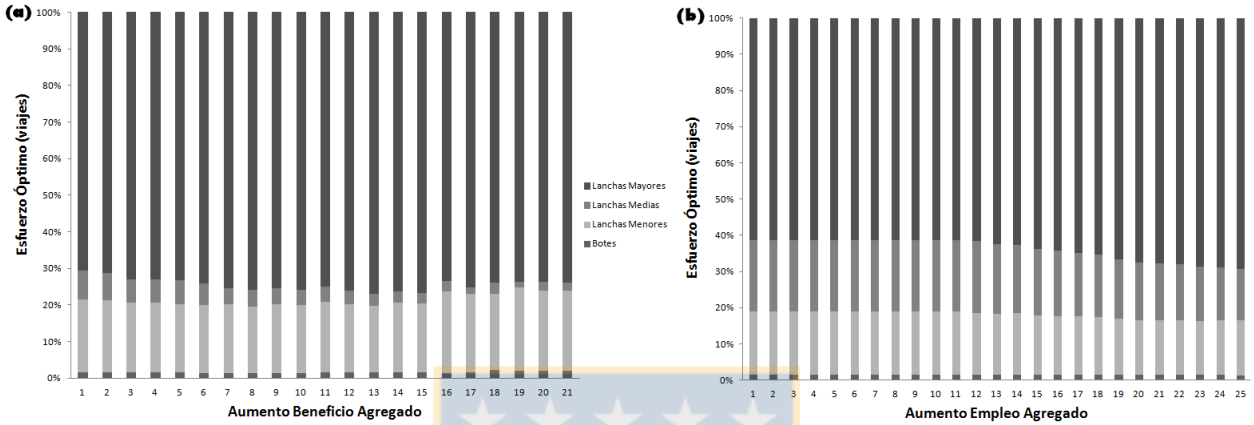
4.4. Distribución Viajes Óptimos a lo largo Frontera de Pareto

El análisis previo se enfocó en la interacción entre objetivos, controlando por distintos niveles óptimos de beneficio o empleo. No obstante, sería interesante saber cómo se comportan los viajes óptimos que resultan de dicha interacción, es decir, viajes que generan los puntos en las fronteras óptimas. Este análisis busca conocer cuáles son los tipos de embaraciones que se llevan la mayor cantidad de estos viajes óptimos, cuando se analiza el trade-off entre el máx. beneficio-máx. equidad y entre máx. empleo-máx. equidad.

Bajo este contexto, se tomó como referencia el escenario base en distribución de cuotas, en donde la Figura 4.5 expone los niveles de esfuerzo óptimos por tipo de embarcación. Se observa que cuando

controlamos por el nivel de beneficio, a través de un aumento en sus valores (panel (a)), los viajes óptimos totales siguen la tendencia presentada por las lanchas mayores y en forma más reducida por las lanchas menores, mientras que las lanchas medias tienen una tendencia de viajes decreciente, y los botes tienen viajes relativamente estables.

Figura 4.5: Distribución Viajes Óptimos, Trade-Off Equidad - Beneficio - Empleo, VIII región



Fuente: Elaboración Propia con Datos Proporcionados por Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), Gobierno de Chile. Los viajes óptimos están expresados en términos anuales. Para eje de beneficios 1=$3.500 millones, cada número siguiente indica un aumento de $100 millones. Para eje de empleo 1=116.000 días-hombres, cada número siguiente indica un aumento de 3.200 días-hombres.

Si observamos además la situación en que controlamos por el empleo (panel (b)), podemos deducir que a pesar de que se aumentó el valor de la función max. empleo, no existieron cambios en los viajes óptimos ante cada nuevo nivel. Ésto resulta ser coherente con la idea de la no existencia de trade-off entre las funciones máx. empleo y máx. equidad mostrado previamente en la Figura 4.3. A pesar de aquello, cuando el aumento llega a 151.200 días-hombres (número 12), el número total de viajes óptimos se enfoca al alza. Dicho número de viajes totales está mayormente influenciado por las lanchas mayores, en desmedro de las lanchas medias, dejando constante el número de viajes de lanchas menores y botes.

Los resultados anteriores nos llevan a afirmar que son las lanchas mayores quienes de alguna forma controlan los viajes óptimos totales que se realizan en la pesquería analizada. Una explicación por el lado del beneficio neto nos dice que son las lanchas mayores aquellas que tienen un menor costo por viaje-tonelada capturada, por lo tanto, lograrían un mayor beneficio. Así, es lógico pensar que ante aumentos del beneficio, sean este tipo de embarcaciones las que asuman la mayoría de estos viajes. En el caso del empleo, los viajes se destinarán a aquellas embarcaciones que logren una mayor cantidad de días-hombres. De esta forma, mientras mayor sea el nivel de empleo agregado serán nuevamente las lanchas mayores las

que se llevarán una gran proporción de estos nuevos viajes.

Entonces, ¿Por qué los otros tipos de embarcaciones tienen una cantidad de viajes óptimos que no es despreciable? ¿No deberían las lanchas mayores, bajo este enfoque, acaparar la totalidad de todos los viajes? La respuesta puede ser pensada por el lado de la rigidez que las restricciones generan en el modelo, por ejemplo a través de la cantidad máxima de viajes por embarcación, la cantidad fija de embarcaciones y la existencia de cuotas fijas a cada nivel de organización. Ésta última lleva a que en el proceso de optimización no se puedan traspasar cuotas entre organizaciones, ya que de ser así los resultados serían distintos. Por lo tanto, tales restricciones en su conjunto llevan a que cualquier interacción sólo ocurrirá al interior de las organizaciones, implicando que la cantidad de viajes se deberá repartir entre las distintas categorías de embarcaciones. La lógica de este traspaso nos dice que a medida que una categoría es utilizada plenamente, pasa a utilizarse la siguiente categoría más conveniente, dentro de una determinada organización.

Capítulo 5

Discusión y Conclusiones

En esta investigación se aplicó una optimización Multiobjetivo a las pesquerías de sardina común y anchoveta de la región del Biobío que actúan bajo un sistema RAE. Este sistema asigna cuotas colectivas de pesca, teniendo como principal criterio los desembarques históricos que posee cada organización de pescadores artesanales. Los objetivos que persigue la autoridad desde el punto de vista de administración pesquera no son conocidos, no obstante, es posible observar un conflicto entre pescadores artesanales y autoridad respecto a la forma en que han asignado las cuotas, generando principalmente insatisfacción por la porción de la cuota recibida.

Los resultados muestran que, tanto los niveles de máximo beneficio neto agregado, empleo agregado, y equidad en la distribución de beneficios netos de la pesquería, pueden ser mejorados a través de las redistribuciones de viajes óptimos al interior de cada organización. Considerando que en el modelo las cuotas son fijas, la cantidad de embarcaciones que tiene cada organización son fijas y la cantidad de viajes de pesca al año está limitada por un máximo.

Dichas redistribuciones al interior de las organizaciones, muestran que bajo cualquiera de los tres escenarios de optimización, son las embarcaciones más grandes (lanchas mayores) las que ejecutan gran parte de este esfuerzo óptimo, lo que es consistente con la distribución de viajes bajo el escenario de entrada. Por su parte, la cantidad de viajes óptimos acaparados por las lanchas medias versus las lanchas menores y botes, dependerán del objetivo sobre el que se tenga alguna preferencia.

Ahora bien, al considerar la interacción entre el objetivo de equidad (inequidad) versus los objetivos beneficio neto y empleo, encontramos que para poder mejorar la equidad (aumento equidad) necesariamente deben disminuir los niveles de beneficio neto. Lo mismo ocurre al considerar la interacción de la equidad-empleo. A pesar de lo anterior, existió un cierto rango de empleo medido como días-hombres en que cambios en el nivel de empleo no produjeron reacciones sobre el nivel de equidad del modelo. Bajo este contexto, es importante saber bajo qué rango en términos de empleo se encuentra la pesquería efectivamente, de modo que la autoridad pueda enfocar sus políticas hacia objetivos que puedan generar resultados relevantes para

la sociedad.

Los resultados también muestran que el trade-off entre beneficios netos y equidad, como también empleo y equidad, no son lineales. Por lo que las ganancias o pérdidas de un objetivo respecto a otro dependerán de la ubicación específica que la pesquería tiene sobre la frontera óptima de Pareto. En la presente investigación fueron evaluadas distintas pendientes a lo largo de la frontera óptima de Pareto, encontrando siempre distintos valores dependiendo del punto de evaluación escogido. Un punto común que se pudo observar es que grandes disminuciones en los beneficios netos y empleo, provocaron sólo pequeñas mejoras en la equidad, dejando entre ver el gran sacrificio que se debería realizar para mejorar aspectos distributivos.

Al considerar cambios en la distribución de cuota, simulando un ejercicio que redistribuye el 10 % de la cuota desde organizaciones más pequeñas hacia organizaciones más grandes, se encontraron efectos pequeños sobre los niveles individuales de beneficios netos, empleo y equidad. A su vez, fueron comparadas las fronteras óptimas de Pareto bajo un escenario base en distribución de cuotas y un escenario con redistribución de cuotas, en donde se observaron nuevamente leves cambios en las pendientes de las fronteras. Los efectos resultaron contrapuestos, dependiendo si se consideró la relación equidad-beneficio neto o equidad-empleo, obteniendo pendientes más planas (horizontales) y pronunciadas (verticales) de la frontera de redistribución, respectivamente.

Bajo este mismo contexto, en el cálculo del trade-off equidad-beneficio neto, a pesar que se encontraron distintas pendientes en ambos escenarios de frontera, éstas resultaron ser bastante planas, indicándonos que independiente del lugar que nos encontremos el sacrificio será estable ante cambios en la equidad. Desde esta perspectiva, la autoridad tendría mayor certeza al momento de cuantificar estos sacrificios, induciendo a que cualquier esfuerzo en regulación debiera ser principalmente en dirección al objetivo beneficio.

Finalmente, se realizó un análisis que buscó identificar la distribución de los viajes óptimos por categoría de embarcación, cuando obtenemos soluciones pertenecientes a la frontera óptima. Los resultados mostraron que a medida que fueron aumentando los niveles de beneficio agregado, dada una interacción con la equidad, una gran proporción de los nuevos viajes fueron acaparados por las lanchas mayores. Un resultado similar se obtuvo cuando fueron aumentados los niveles de empleo agregado en su interacción con la equidad.

En este estudio lo que hemos realizado es simplemente pensar cómo los resultados de cada objetivo individual y la interación entre ellos, nos llevan a redistribuciones de viajes al interior de las organizaciones. Otra cosa que podríamos hacer, es pensar en redistribuciones entre organizaciones y probablemente ésto

tendría un efecto distinto sobre la eficiencia y los otros objetivos. Por otro lado, si la autoridad está interesada en mejorar el nivel de empleo en la pesquería, debería incentivar a que las embarcaciones más pequeñas se lleven cada uno de estos nuevos viajes, ya sea a través de subsidios a la innovación tecnológica que pueda ser implementada hacia botes, y lanchas menores. Considerando que grandes sacrificios de estos objetivos generarán impactos relativamente pequeños en términos distributivos.

Cualquiera sea la decisión tomada a través de los resultados presentados, debemos ser cautos en el sentido que los objetivos planteados por la presente investigación responden netamente a un ejercicio de revisión que no necesariamente corresponden a los perseguidos por la pesquería analizada, esto ocurre desde que básicamente los objetivos de administración pesquera en Chile son desconocidos.

Capítulo 6

Anexos

En el siguiente capítulo se detalla la construcción de las variables de precio, costos, y beneficios mínimos, utilizadas en las optimizaciones del capítulo cuatro. También se hace una revisión más acabada del índice de Theil y de la tipología de organizaciones presentes en la pesquería analizada.

6.1. Precio Promedio Anual por Tonelada de Sardina Común y Anchoveta

Debido a la dificultad de obtener valores individuales de precios de intercambio para cada relación armador-planta, se utilizó un valor uniforme promedio para toda la industria. En este contexto, los indicadores utilizados para la construcción de dicho valor para el año 2011, se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 6.1: Componentes Precio Armador-Planta Promedio por Tonelada, VIII región año 2011

Variables	**Valores**
FOB Harina de Pescado Prom.	US$1.446,1
Tipo de Cambio Promedio	$483,67
% Pagado Industria	11 %

Fuente: Banco Central de Chile. Precio FOB expresado en dólares norteamericanos y tipo cambio en pesos chilenos.

En la Región del Biobío, una gran proporción de la captura de sardina común y anchoveta es transformada en harina de pescado. De este modo, fue utilizado el porcentaje promedio del precio FOB de la harina de pescado año 2011, pagado por la industria procesadora a los pescadores artesanales, transformado a pesos chilenos. El tipo de cambio está expresado como un promedio del año 2011, y el valor del porcentaje promedio pagado por la industria procesadora a los armadores/pescadores arteasanales, fue averiguado a través de conversaciones efectuadas con funcionarios de la SSPA y dirigentes de pescadores artesanales.

La construcción de la variable se expresa de la siguiente forma:

$$PrecioProm. = \text{FOB Harina de Pescado Prom.} \cdot \text{Tipo de Cambio Prom.} \cdot \text{\%Industria} = \$76.938 \quad (6.1)$$

Por lo tanto, el precio promedio por tonelada para el año 2011 fue $76.938 pesos, que será uniforme para toda la industria de la pesquería de sardina común y anchoveta del presente estudio.

6.2. Construcción de Costos

Los costos anuales que presenta cada tipo de embarcación dependerán de las remuneraciones percibidas por los tripulantes, costos por marea y costos de inversión. Las remuneraciones fueron calculadas a través del sistema a la parte, el cual indica la proporción de los ingresos brutos que le corresponden al dueño de la embarcación y la tripulación respectivamente. En esta investigación se utilizó un factor de 0,4 indicado que el 40 % de los ingresos brutos corresponde a los tripulantes y un 60 % al dueño de la embarcación. Los costos por marea lo integran víveres, combustible, permisos, e indican los costos que incurre cada embarcación al momento de realizar un zarpe. Por su parte, los costos de inversión se componen de costos asociados a equipo de seguridad, carena, pintura, redes, motor, vengalas, y son costos relacionados a la mantención de la embarcación. Muchos de estos costos surgen sólo una vez al año.

Debido a que resultó imposible obtener los costos recientemente descritos para cada embaracación que opera en la pequería de sardina común y anchoveta en la VIII región, se procedió a obtener un costo promedio por tipo (categoría) de embarcación, esto es, para botes, lanchas menores, lanchas medias y lanchas mayores, respectivamente. Así, se obtuvo un costo promedio de marea, un costo promedio de inversión y un costo promedio por remuneraciones, para cada tipo de embarcación, los que fueron divididos por el número de viajes realizado por cada tipo de embarcación durante el año 2011. Finalmente, la sumatoria de estos tres ítems nos permite obtener los costos promedio-viaje anuales por categoría de embarcación detallados en la Tabla 2.2.

Las fórmulas que detallan la relación descrita anteriormente, se presentan a continuación:

- Costos Promedio Marea Anual = Víveres + Combustible + Permisos + Otros.
- Costos Promedio Inversión Anual = Equipo Seguridad + Carena + Pintura + Redes + Motor + Vengalas + Calafat + Otros.

- Costos Promedio Marea Anual + Costos Promedio Inversión Anual = Costos Promedio Operación Anual
- Costo Promedio Operación / Número de Viajes = Costos Promedio Operación Viaje
- Beneficios Brutos Promedio Anuales * 0,4 = Remuneraciones Promedio Anuales Tripulación
- Remuneraciones Promedio Anuales Tripulación / Número de Viajes = Remuneraciones Promedio Viaje
- Costo Promedio Operación Viaje + Remuneraciones Promedio Viaje = Costo Promedio Viaje

Cada uno de estos costos promedio anuales fue calculado para cada categoría de embarcación.

6.3. Índice de Theil

6.3.1. Antecedentes

En el contexto de la teoría de la información, H. Theil (1967) define el concepto de entropía o información esperada de una distribución de probabilidades como el valor esperado del logaritmo de las probabilidades con signo negativo.

El concepto de entropía intenta medir la incertidumbre de la fuente de información, es decir, una "medida de desorden" representando la información necesaria para reducir/acotar la incertidumbre. A modo de ejemplo, si la entropía es máxima es porque todos los elementos de la 'señal' son equiprobables, es decir, todos tienen la misma probabilidad de ocurrir.

A partir de éste concepto de entropía, Theil derivó una medida de desigualdad de los ingresos de una determinada población. Esta se define como la información esperada del mensaje que transforma porcentajes de poblaciones en participaciones de ingresos. Esta medida, conocida como el índice de Theil, tiene ciertas propiedades de descomposición de la desigualdad de los ingresos. Estas propiedades de descomposición se deben a la actividad de la función de probabilidad de la información propuesta por Shannon (1948) como $h(p) = -Log(p)$.

6.3.2. Formulación de Theil

El coeficiente de entropía de la distribución de ingresos de una determinada población está dado por:

$$H(y) = -\sum_{n=1}^{N} y_n \cdot Log y_n \tag{6.2}$$

donde N es el número de individuos de la población, e y_n es la participación del individuo n-ésimo en el ingreso total. En donde se cumple que $\sum_{n=1}^{N} = 1$.

Este coeficiente es una medida de desigualdad que fluctúa entre 0 y Log N, extremos que corresponden a los casos de perfecta desigualdad y perfecta igualdad respectivamente.

Theil (1967) transforma este coeficiente de entropía en una medida de desigualdad restando su valor de su propio valor máximo.

$$T = LogN - H(y) = \sum_{n=1}^{N} y_n \cdot Log \frac{y_n}{1/N} \tag{6.3}$$

Esta expresión es conocida como índice de desigualdad de los ingresos de Theil, en que la participación de la n-ésima unidad en la población total, corresponde a 1/N para cada individuo. Este índice de desigualdad está acotado en ambos sentidos: Cero para el caso de perfecta igualdad ($y_n = 1/N$ para todo n) y Log N para el caso de perfecta desigualdad ($y_n = 1$ para $n = k$ e $y_n = 0$, para todo $n \neq k$). No obstante, el hecho de que el campo de variación de este índice no sea invariante respecto al tamaño de la población, representa un inconveniente para la combinación del grado de desigualdad en la distribución del ingreso entre poblaciones de distinto tamaño. Una forma de obviar este inconveniente es estandarizar el índice, dividiendo el valor que éste tome por el logaritmo natural del tamaño de la población respectiva. Hablamos de la siguiente expresión:

$$T^* = \frac{T}{LogN} \tag{6.4}$$

de esta forma el valor efectivo de cada índice de Theil, queda expresado como una proporción de su propio valor máximo. Luego, combinando las ecuaciones (6.3) y (6.4) el índice queda de la siguiente forma:

$$T^* = 1 - \frac{H(y)}{LogN} \tag{6.5}$$

donde T^* se mueve entre 0 y 1, cero para perfecta igualdad y 1 de perfecta desigualdad.

6.4. Tipología de Organizaciones de Pescadores Artesanales

Según la investigación realizada por Barriga *et al.* (2009), en general, la pesquería posee siete tipos de organizaciones: Sindicatos, Asociaciones Gremiales, Cooperativas, Federaciones, Confederaciones, Asociaciones Indígenas y Corporaciones. Para efectos de esta investigación sólo consideraremos la descripción de las tres primeras:

6.4.1. Sindicatos

Corresponden a organizaciones de trabajadores constituidas voluntariamente, que tienen como finalidad asumir la representación y legítima defensa de sus asociados o afiliados, tanto en el ejercicio de los derechos obtenidos de los contratos individuales de trabajo, como en las diversas instancias de la negociación colectiva a nivel de empresas, así como también en la promoción de intereses económicos, sociales y culturales de los mismos.

En el caso de los Pescadores Artesanales sus sindicatos están dentro de la tipología Sindicato de Trabajadores Independientes (STI) que reúne a trabajadores que no dependen de ningún empleador, ni tampoco poseen empleados bajo su dependencia. Este tipo de organizaciones se constituyen en asambleas de trabajadores, las cuales deben reunir los quórum mínimos y deben celebrarse ante un ministro de fe (Inspector de Trabajo, Notario Público u Oficial del Registro Civil). En dicha asamblea se elige también al directorio. El sindicato adquiere personalidad jurídica desde el momento del depósito del acta de constitución en la Inspección del Trabajo. Un trabajador no puede pertenecer a más de un sindicato, simultáneamente, en función de un mismo empleo; así mismo, las organizaciones sindicales no pueden pertenecer a más de una organización de grado superior de un mismo nivel.

Como principales objetivos para este tipo de organización se pueden mencionar:

- Los representantes asumen la representación y legítima defensa de sus asociados, además de promover los intereses económicos, sociales y culturales de los mismos.
- Representar a los trabajadores en el ejercicio de sus derechos emanados de los respectivos contratos.
- Representar a los asociados en las distintas instancias del proceso de negociación colectiva.
- Velar por el cumplimiento de las normas del trabajo y de seguridad social.
- Realizar todas aquellas actividades contempladas en los estatutos y que no estén prohibidas por la ley.

6.4.2. Asociaciones Gremiales

Corresponden a organizaciones que reúnen personas naturales, jurídicas o ambas con el objeto de promover la racionalidad, desarrollo y protección de las actividades que le son comunes, en razón de su profesión, oficio o rama de la producción o servicios y de las conexas a dichas actividades comunes. Las asociaciones gremiales no pueden desarrollar actividades políticas o religiosas. Las AG se constituyen por la reunión de a lo menos 25 personas naturales y jurídicas privadas o de 4 personas jurídicas, que así lo acuerden en una reunión celebrada ante Notario Público o mediante la suscripción del acta constitutiva ante dicho ministro de fe. Las AG se encuentran bajo la fiscalización e inspección del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

La administración de las AG estará a cargo de un directorio, aunque no se descarta otra figura administrativa siempre y cuando esté estipulado en sus estatutos. El patrimonio de la asociación estará compuesto por: cuotas o aportes ordinarios o extraordinarios; donaciones entre vivos o asignaciones por causa de muerte; el producto de sus bienes o servicios; la venta de sus activos; multas cobradas a asociados de acuerdo a estatutos. Las rentas, utilidades, beneficios o excedentes de la asociación pertenecerán a ella y no podrán distribuirse a sus afiliados ni aún en caso de disolución. Las asociaciones podrán adquirir, conservar y enajenar bienes de toda clase, a cualquier título y podrán afiliarse a federaciones y confederaciones. No obstante, no pueden afiliarse a más de una federación.

Los objetivos de las Asociaciones Gremiales son:

- Representar los intereses de sus asociados.
- Constituir mutualidades, fondos u otros servicios.
- Realizar todas aquellas actividades que contemplen sus estatutos que no sean contrarias a la ley.

6.4.3. Cooperativas

El artículo 1° de la Ley 19.832, que introduce las reformas a la Ley General de Cooperativas y que entró en vigencia el 4 de mayo de 2003, establece que: “son cooperativas las asociaciones que de conformidad con el principio de ayuda mutua tienen por objeto mejorar las condiciones de vida de sus socios. Los socios tienen iguales derechos y obligaciones, un solo voto por persona y su ingreso y retiro es voluntario”. Aunque las Cooperativas no poseen fines de lucro, funcionan de conformidad con los principios cooperativos y se basan en la ayuda mutua, pueden realizar cualquier actividad lícita y liberalizar la distribución de

los excedentes entre los socios, a prorrata de las operaciones de éstos con la cooperativa y en el caso de operaciones con terceros, a prorrata de su aporte de capital.

Por otra parte, "Son cooperativas pesqueras aquellas que se dedican a la producción, compra, venta, distribución, transformación de bienes, productos y servicios relacionados con la explotación de productos del mar y a las actividades que persigan el mejoramiento de las condiciones de vida de quienes las desempeñan. Las cooperativas pesqueras formadas por pescadores artesanales, tendrán acceso a todos los beneficios que señala la Ley General de Pesca y Acuicultura, para las organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas" (Art. 67. Ley 19.832).

El número mínimo para constituir una Cooperativa son diez socios, quienes podrán pertenecer a más de una, siempre que sus estatutos no lo prohíban; sin embargo, los cargos directivos sólo podrán ser desarrollados en una de ellas. Por otra parte, ningún socio podrá ser dueño de más del 20 % del capital de una cooperativa.

Las principales características de las Cooperativas son:

- Atender la solución de los problemas de sus asociados, buscando satisfacer sus necesidades de bienes y servicios para el mejoramiento de las condiciones y calidad de vida de sus socios.
- Rigen su funcionamiento de conformidad con los principios cooperativos y se basan en la ayuda mutua.
- Las actividades a desarrollar pueden ser diversas.
- En cuanto a las operaciones propias de su giro, las Cooperativas se sustentarán en lo que les sea aplicable según las regulaciones establecidas por la Ley General de Cooperativas y por las leyes que rijan la actividad económica que constituyan su objetivo.

6.5. Beneficio Mínimo

Para la construcción del beneficio mínimo anual por organización se consideró información del salario mínimo del año 2011, número de embarcaciones por organización, número de tripulantes promedio por tipo de embarcación y número de meses promedio operando de la flota artesanal durante el año 2011. El beneficio mínimo se define, como sigue:

- Salario Mensual Embarcación = Proporción Salario Mínimo 2011*Número Tripulantes.

- Salario Anual Embarcación = Salario Mensual Embarcación*Meses Operación Promedio.
- Beneficio Anual Mínimo Organización (porción tripulantes) = Salario Anual Embarcación*Número Embarcaciones Organización.
- Beneficio Total Anual Mínimo Organización = [Beneficio Anual Mínimo Organización (porción tripulantes)*100]/30.

Los valores de las variables utilizadas se detallan como sigue:

- Salario Mínimo 2011=$ 182.000.
- 20 % Salario Mínimo 2011=$ 36.400.
- Meses Operación Promedio año 2011= 6 meses.

Debido a los altos valores de Beneficio Total Anual Mínimo obtenido en algunas organizaciones, se decidió aplicar factores distintos, dependiendo de la organización. Dicho procedimiento de detalla a continuación:

- Asociación Gremial de Pescadores Artesanales de Coronel, Registro de Asociaciones Gremiales $5-08$: 18 % Salario Mínimo 2011=32.760 y 6 meses operando promedio anual.
- Sindicato de Trabajadores Independientes de Pescadores Artesanales Merluceros y Afines de Caleta Lo Rojas, Registro Sindical Único 08.07.0227: 16 % Salario Mínimo 2011=29.120 y 6 meses operando promedio anual.
- Sindicato de Trabajadores Pescadores y Armadores Artesanales Independientes, Buzos Mariscadores y Actividades Anexas de Talcahuano, SIPARBUM, Registro Sindical Único 08.05.0424: 14 % Salario Mínimo 2011=25.480 y 6 meses operando promedio anual.
- Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores, Armadores Artesanales Buzos, Acuicultores y Ramos Afines de la Pesca Artesanal Comuna de Talcahuano, Registro Sindical Único 08.05.0487: 11 % Salario Mínimo 2011=20.020 y 5 meses operando promedio anual.
- Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores Artesanales, Armadores y Actividades Conexas Tome Los Bagres, Registro Sindical Único 08.06.0024: 12 % Salario Mínimo 2011=21.840 y 3 meses operando promedio anual.

- Sindicato de Trabajadores Independientes Armadores, Pescadores y Ramos Afines de la Pesca Artesanal Lo Rojas SITRAL, Registro Sindical Único 08.07.0322: 11 % Salario Mínimo 2011=20.020 y 3 meses operando promedio anual.
- Sindicato de Pescadores y Trabajadores Independientes "Brisas del Mar", Registro Sindical Único 08.04.0115: 13 % Salario Mínimo 2011=23.660 y 1 mes operando promedio anual.

Referencias

Altimir, O. & Piñera, S. (1979). Análisis de descomposición: Una generalización del método de theil. *Latin American Journal of Economics*, **16 No.48**, 207–236.

Armstrong, C. & Clark, D. (1997). Just fishing? equity and efficiency in fisheries management regimes. *Marine Resources Economics*, **12**, 203–220.

Baland, J. & Platteau, J. (2003). *Economics of common property management regimes, Handbook of Environmental Economics, in: K. G. Mäler and J. R. Vincent (ed.)*. Elsevier Science, edition 1 edn.

Barriga, O., Palacios, V., Araya, I., Henriquez, G., Paz, X., Riquelme, J., Briceño, S., Carrasco, P., Guichard, E., Navarrete, I., Rivas, R. & Rojo, F. (2009). Diagnóstico y evaluación de las competencias y gestión de las organizaciones de pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala. informe final. proyecto fip n° 2007-48. universidad de concepción, programa de estudios económicos y sociales del sector pesquero. 378 pp +10 anexos.

Bromley, D.W. & Bishop, R. (1977). From economic theory to fisheries policy: Conceptual problem and management prescription. *Economic Impacts of Extended Jurisdiction, ed. L.G. Anderson. Ann Arbor, MI:Ann Arbor Science*.

Castillo, C. & Dresdner, J. (2012). Effort optimisation in artisanal fisheries with multiple management objectives, collective quotas and heterogeneous fleets. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, **11 No. 2**, 1–18.

Charnes, A. & Cooper, W. (1961). Management models and industrial applications of linear programming (app b). *New York: John Wiley and Sons*.

Crutchfield, J. (1973). Economic and political objectives in fishery management. *Transactions of the American Fisheries Society*, **102(2)**, 481–91.

Enríquez, J.V., R.R. (2004). Evaluating ecological trade-offs in fisheries management: A study case for the yellowfin tuna fishery in the eastern pacific ocean. *Ecological Economics*, **48**, 303–315.

Evans, G. (1994). An overview of techniques for solving multiobjective mathematical programs. *Management Science*, **11 No.11**, 1268–1282.

FAO (1983). Report on the Expert Consultation on the Regulation of Fishing Effort (Fishing Mortality). FAO Fisheries Report No. 289. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Hilborn, R. (2006). Defining success in fisheries and conflicts in objectives. *Marine Policy*, **31(2)**, 153–158.

Kjærsgaard, J. (2005). Incorporating multiple objectives in fisheries management: experiences and conceptual implications, (pp. 1-43) København: Department of Economics, University of Copenhagen.

Leal, C., Quiñones, R. & Chávez, C. (2010). What factors affect the decision making process when setting tacs?: The case of chilean fisheries. *Marine Policy*, **34**, 1183–1195.

Leung, P. (2006). Multiple-criteria decision-making (mcdm) applications in fishery management. *International Journal of Environmental Technology and Management*, **6 No. 1/2**.

Leung, P., Heen, K. & Bardason, H. (2001). Regional impacts of the fish resources utilization from the barents sea: Trade-offs between economic rent, employment and income. *European Journal of Operational Research*, **133**, 432–466.

LGPA (2013). Modifica en el ámbito de la sustentabilidad de recursos hidrobiológicos, acceso a la actividad pesquera industrial y artesanal y regulaciones para la investigación y fiscalización, la ley general de pesca y acuicultura contenida en la ley n° 18.892 y sus modificaciones.

Mardle, S. & Pascoe, S. (1999). Review of applications of multiple-criteria decision-making techniques to fisheries. *Marine Resources Economics*, **14**, 41–63.

Mardle, S. & Pascoe, S. (2002). Modelling the effects of trade-offs between long and short-term objectives in fisheries management. *Journal of Environmental Management*, **65**, 49–62.

Mardle, S., S.and Pascoe, Boncoeurb, J., Le Gallic, B., García-Hoyo, J., Herrero, I., Jimenez-Toribio, R., Cortes, C., Padilla, N., Raakjaer Nielsend, J. & Mathiesend, C. (2002). Objectives of fisheries management: Case studies from the uk, france, spain and denmark. *Marine Policy*, **26, Issue 6**, 415–428.

Padilla, J. & Copes, P. (1994). Bioeconomic analysis of management options for tropical fisheries using a bicriteria programming model. *Marine Resource Economics*, **28(2)**, 161–185.

Pascoe, S. & Mardle, S. (2001). Optimal fleet size in the english channel : A multi-objective programming approach. *European Review of Agricultural Economics*, **28(2)**, 161–185.

Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, **27**.

SUBPESCA (1995). D.S. N° 388-1995 Reglamento de Sustitución de Embarcaciones y de Reemplazo de la Inscripción de Pescadores en Registro Artesanal.

SUBPESCA (2009). Informe Técnico DAS N° 01-2009. Régimen Artesanal de Extracción Anchoveta y Sardina Común VIII Región, 2009-2011.

SUBPESCA (2011). Régimen artesanal de extracción rae [diapositivas de power point], presentación Mauro Urbina en Seminario Sustentabilidad de la Pesquería Artesanal de Pequeños Pelágicos en la Región de Los Ríos, mayo 2011.

SUBPESCA (2012). Informe Técnico DAS N° 08-2012. Régimen Artesanal de Extracción Anchoveta y Sardina Común, Región del Bío Bío VIII Región, Años 2012-2026.

Sylvia, G. & Enriquez, R. (1994). Multiobjective bioeconomic analysis: An application to the pacific withing fishery. *Marine Resources Economics*, **9**, 311–328.

Theil, H. (1967). Economics and Information Theory, North Holland.

Zadeh, L. (1963). Optimality and non-scalar-valued performance criteria. *IEEE Trans Automat Contrc*, **AC-8(I)**, 59–60.