



LACEA 2007
MONTEVIDEO ■ URUGUAY



Hugo Salgado Cabrera, joint with Bernrdo Aliaga
Simulación de CIT en la Pesquería del Jurel en Chile. Separación de los Efectos en la Propiedad de la Transferibilidad de los Derechos de Captura



Simulación de CIT en la Pesquería del Jurel en Chile
*Separación de los efectos de la propiedad y de la
transferibilidad de los derechos de captura*

Simulating ITQ implementation in Jack-Mackerel fishery in Chile
Separating effects from transferability and property of catch rights

Hugo Salgado C.¹

Bernardo Aliaga R.²

¹ Profesor Departamento de Economía, Universidad de Concepción. Casilla 1987, Correo 3, Concepción, Chile. Fono 56-41-204503. Fax 56-41-254591. e-mail: husalgad@udec.cl

² Profesor visitante Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción. Casilla 1987, Correo 3 Concepción. Fono 56-41-204503. Fax 56-41-254591. e-mail: aliaga@zonacostera.cl.

Resumen

En este artículo se muestran resultados de simulaciones de diferentes sistemas de regulación sobre la pesquería del Jurel en la Zona Centro Sur de Chile. Se desarrollan modelos para simular el comportamiento individual de las firmas y los resultados son agregados para toda la pesquería. Se utilizan tres sistemas de regulación para estudiar los efectos de corto plazo asociados a la generación de propiedad individual y transferibilidad de derechos de captura. Estos regímenes incluyen la aplicación de una Cuota Global (CG), Cuotas Individuales No Transferibles (CINT) y Cuotas Individuales Transferibles, todos ellos para obtener un nivel de Capturas Totales Permitidas en la pesquería (CTP). Esto permite realizar comparaciones de los efectos de estos sistemas en variables claves del comportamiento de las empresas (esfuerzos de pesca entre diferentes tipos de barco y en los distintos meses).

El análisis se realiza utilizando herramientas de programación lineal y datos reales de la pesquería para el año 1995. Más específicamente, se simula un mercado de derechos, que permite observar precios de equilibrio y otras características de corto plazo para el mercado de derechos. Por último, se observan resultados de eficiencia comparativa, en términos de costos de obtener la CTP establecida.

Los resultados sugieren que sistemas de regulación basados en derechos de propiedad no eliminarían la estacionalidad de las capturas en la pesquería del Jurel, sino que la desplazarían. Sin embargo, este sistema podría reducir notoriamente los costos agregados de operación de la flota. Los resultados también sugieren una importancia relativamente baja a la característica de transferibilidad de los derechos, al menos en el corto plazo.

Abstract

In this article, we provide results from simulations for alternative regulatory systems to be applied to the Jack-Mackarel (Jurel) fishery in the center-south of Chile. A model is developed to study individual firm behavior, and results are added for the whole fishery. Three regulatory regimes are simulated to study the short run effects associated to property and transferability characteristics of catching rights. This regimes include the application of a Global Quota (GC), Individual Not Transferable Quotas (INTQ), and Individual Transferable Quotas (ITQ), all these for to attain a Total Allowable Catch. Comparisons of the effects of these alternative regulatory regimes on key firm's decision variables (fishing effort and harvesting among different kind of vessels) are carried out.

The analysis is conducted applying linear programming tools and using actual 1995 data of the chilean's Jack-Mackarel fishery in the center-south of the country. Specifically, a market of catching rights is simulated. The analysis allow to obtain an equilibrium price for the ITQ market, as well as other short run effects related to the characteristics of the market. Finally, results of comparative efficiency, in terms of costs of attaining an Annual Allowed Total Capture among the different regulation regimes, are obtained and discussed.

The results suggest that regulatory regimes based on property rights will not eliminate the catching seasonality. However, these systems would notoriously reduce aggregated fleet's operation costs. Interestingly, the results also suggest a relatively low importance of the transferability characteristic of the ITQ system, in the short-run.

Simulación de CIT en la Pesquería del Jurel en Chile

Separación de los efectos de la propiedad y de la transferibilidad de los derechos de captura³

Hugo Salgado C.

y

Bernardo Aliaga R.

Keywords: pesca, regulación, CIT, Jurel.

JEL: Q22 - Fishery.

1. Introducción

Desde el año 1991 se ha estado proponiendo en Chile la aplicación de Cuotas Individuales Transferibles (CIT) para regular las principales pesquerías de Chile [Peña et al. (1994), Jiles y Calfucura (1994)]. Luego de más de 10 años de discusión, y producto de fuertes presiones sociales luego de la crisis económica y social por la que atravesó la pesquería del Jurel, en febrero del año 2001 se aprobó en el parlamento una ley transitoria por un período de dos años, que establece el uso de Cuotas Individuales No Transferibles para regular las principales pesquerías de Chile. Entre las pesquerías reguladas se encuentra la pesquería del Jurel de la Zona Centro Sur. Aún cuando la discusión sobre su implementación fue extensa, no existe ningún estudio de público conocimiento que presente alguna estimación de la magnitud de los efectos que podría generar este sistema de regulación en la pesquería señalada.

³ *Los autores agradecen los comentarios entregados a versiones preliminares de este artículo de Carlos Chávez, Mauricio Villena y Jorge Dresdner, así como los comentarios recibidos en presentaciones realizadas en el Encuentro de Economía de Chile, en junio del año 2000 y en el Workshop of Environmental Economics del Sweden Beijer Institute, en Bahía, Brasil en diciembre del año 2000. También se agradece el apoyo y colaboración de la Subsecretaría de Pesca de Chile, Sección Pesquerías.*

La idea básica de un sistema de regulación pesquero basado en CIT es la entrega de derechos individuales para extraer una determinada cantidad de recursos marinos. Para ello, el ente regulador del sector debe determinar anualmente un nivel máximo de capturas para una temporada, llamado Captura Total Permitida (CTP). Esta CTP se distribuye entre las empresas que pueden operar en el sector, configurando derechos individuales de captura. Esta distribución se puede realizar en forma gratuita o a través de subastas. Cuando los derechos individuales se entregan en forma gratuita, suelen utilizarse criterios de participación basados en la capacidad instalada de las distintas empresas (Capacidad de Bodega o CB) o en función de las capturas históricas que hayan realizado (Capturas históricas o CH). Por otra parte, si la legislación lo permite, estos derechos de pesca pueden ser transados, de manera tal de permitir una mayor flexibilidad de ajuste a las empresas, con el fin de obtener los máximos beneficios en el sector, o equivalentemente, lograr las CTP al mínimo costo.

Las CIT generan eficiencia económica en el corto plazo, básicamente por dos aspectos: la generación de propiedad individual sobre la CTP y la posibilidad de transferir los derechos de captura. La propiedad de una CIT permite a cada empresa distribuir sus capturas eficientemente en los períodos en que obtiene mayores beneficios de sus derechos. La transferibilidad debería permitir que empresas con distintos costos marginales de captura se vean incentivadas a realizar transacciones mutuamente beneficiosas, incrementando la eficiencia global de la pesquería. En el largo plazo, la propiedad debería generar mayores incentivos a la protección de las especies bajo regulación y la transferibilidad debería generar incentivos a concentrar la actividad en la elaboración de productos de mayor valor agregado. Este tipo de efectos de largo plazo no se analizarán en este artículo.

Tomando como base el mecanismo de simulación planteado por Lanfersieck y Squires (1992), y utilizando datos reales de capturas proporcionados por la Subsecretaría de Pesca de Chile, en este artículo se estudia el funcionamiento de un mercado de derechos entre las distintas empresas existentes en la pesquería del Jurel en la Zona Centro Sur de Chile. En este sentido, se simulará la asignación de CIT por empresa, debiendo ésta decidir cómo utilizar sus barcos para lograr las capturas a que tiene derecho.

Además, se descompondrán los efectos de corto plazo de las CIT en efectos provenientes de la propiedad de aquellos provenientes de la transferibilidad, ambos relacionados con el logro de una captura objetivo (CTP). Para lograr lo anterior, se simula el comportamiento de las empresas frente a distintos esquemas de regulación, observándose los niveles de esfuerzos aplicados, capturas obtenidas en los distintos meses del año y sobre las distintas especies; y los costos y excedentes de pesca generados. Los escenarios que se evalúan corresponden a un sistema de Cuota Global (CG), un sistema de Cuotas Individuales No Transferibles (CINT) y un sistema de Cuotas Individuales Transferibles (CIT). El primer régimen de regulación impone una restricción a las capturas con propiedad común sobre la CTP. El segundo esquema, elimina la propiedad común, generando derechos de captura individuales, pero no permite la transferibilidad. Esta condición sólo se agrega cuando se utiliza el tercer sistema de regulación. En el caso de CINT, los derechos individuales pueden ser distribuidos según Capacidad de Bodega (CB) o según Capturas Históricas (CH), lo cual da origen a dos formas de captar los efectos de la propiedad de los derechos. Finalmente, a través de un mecanismo de Cuotas Individuales Transferibles (CIT) es posible captar los efectos de la propiedad y transferibilidad de los derechos de captura. De esta forma, los resultados diferenciales obtenidos bajo un esquema de CINT con un esquema de CG se considerarán efectos de la propiedad de los

derechos de captura. Las diferencias que surjan entre la regulación por CIT y CINT se asociarán a la característica de transferibilidad de los derechos.

La organización de este artículo es la siguiente. La Sección 2 presenta una breve síntesis sobre aspectos conceptuales de tres modelos de optimización para caracterizar la respuesta de una empresa ante cada mecanismo de regulación. En la sección 3 se describe la información utilizada en el modelo de simulación y el desarrollo del modelo empírico que se utilizará para predecir el comportamiento de las empresas ante los distintos escenarios. Los resultados de la simulación relacionados con un mercado de derechos y las características de los esfuerzos pesqueros, capturas, costos y excedentes comparativos, se presentan y discuten en la Sección 4. Finalmente, en la sección 5 se presentan las principales conclusiones de este artículo.

2. Aspectos Conceptuales de cada esquema de regulación

A continuación se describirá teóricamente la forma en la cual se comportan los agentes económicos ante los distintos sistemas de regulación. Para ello se asume que existe una empresa que debe decidir cuanto esfuerzo de pesca aplicar en cada mes del año, descrito por E_i , donde i representa el mes. Esta empresa posee una función de costos del esfuerzo de pesca aplicado $C(E_i)$, con $C'(E_i) > 0$ y $C''(E_i) \geq 0$, es decir, con costos marginales positivos y no decrecientes. La cantidad de capturas posibles de obtener en cada mes es constante por cada unidad de esfuerzo aplicada, y conocida por cada empresa, denotada por a_i . Las capturas obtenidas pueden venderse en el mercado en un precio P por tonelada, el cual se asume exógeno y constante durante el período de análisis. Ante los tres escenarios, el regulador establece una Captura Total Permitida para el conjunto de las empresas participantes en la pesquería, denotada por Q_T .

2.1. Regulación por Cuota Global

Bajo un sistema de CG, cada empresa intenta maximizar sus beneficios de pesca durante la temporada anual, la cual finaliza en el mes T cuando se cubre la CTP establecida. Además, la empresa tiene un límite al nivel de esfuerzo posible de aplicar en cada mes. Esto es, cada empresa resuelve un problema del tipo:

$$\underset{E_i}{Max} \quad \Pi_i = \sum_{i=1}^T (Pa_i E_i - C(E_i)) \quad [1]$$

$$\text{s.a. } 0 \leq E_i \leq E_{MAX}$$

El mes de cierre de la temporada de pesca (T) se determina cuando todas las empresas existentes cubren la CTP establecida para la temporada, es decir, cuando:

$$\sum_{j=1}^F \sum_{i=1}^T a_i E_{ij} \geq Q_T \quad [2]$$

Donde el subíndice j denota a cada empresa y F denota la cantidad total de empresas existentes. Cuando el tamaño de la flota es grande, y la pesca es competitiva, cada pescador ignora el efecto menor que su pesca genera en la determinación del tiempo de cierre T (Clark, 1990). Así, el momento T se vuelve exógeno a la empresa, por lo que intentará maximizar sus beneficios en cada mes, hasta el cierre de la temporada.

Lo anterior sugiere que el problema que enfrenta cada empresa, bajo este sistema de regulación, es un problema mensualmente independiente, del tipo:

$$\underset{E_i}{Max} \quad \Pi_i = Pa_i E_i - C(E_i) \quad i=1, \dots, T \quad [3]$$

$$\text{s.a. } 0 \leq E_i \leq E_{MAX}$$

De las condiciones de primer orden para este problema, utilizando el teorema de Kuhn-Tucker (1951), se puede inferir lo siguiente:

$$Pa_i \leq C'(0), E_i^* = 0 \quad [4]$$

$$Pa_i = C'(E_i^*), 0 < E_i^* < E_{MAX} \quad [5]$$

$$Pa_i \geq C'(E_{MAX}), E_i^* = E_{MAX} \cdot \quad [6]$$

Lo anterior implica que si a un nivel de esfuerzo igual a cero, los costos marginales superan a los ingresos marginales, dado que los costos marginales son no decrecientes, la empresa no pescará. Si los ingresos marginales igualan a los costos marginales a un nivel de esfuerzo mayor que cero y menor que el nivel máximo, la empresa realizará dicho nivel de esfuerzo, siempre y cuando la valoración marginal de la restricción sea cero. Por último, si los ingresos marginales superan al costo marginal al nivel de esfuerzo máximo, la empresa operará a plena capacidad durante ese mes.

Así, los resultados de cada uno de los 12 problemas mensuales del tipo [3], entregan los niveles de esfuerzo óptimos a aplicar en cada período i , en la forma:

$$E_i^* = E(P, a_i) \quad i = 1, \dots, T$$

$$E_i^* = 0 \quad i = T + 1, \dots, 12$$

2.2. Regulación por Cuotas Individuales No Transferibles.

Bajo este esquema de regulación, las empresas realizan una optimización anual de su esfuerzo, para realizar las capturas a que tienen derecho según su asignación, que se denotará por Q_0 . De esta forma, cada empresa resuelve un problema del tipo:

$$\underset{E_i}{Max} \quad \Pi = \sum_{i=1}^{12} (Pa_i E_i - C(E_i)) \quad i=1, \dots, 12 \quad [7]$$

$$\text{s.a. } 0 \leq E_i \leq E_{MAX} \quad i=1,12$$

$$\sum_{i=1}^{12} a_i E_i \leq Q_0$$

Una solución interior al problema [7] estará caracterizada por:

$$\frac{Pa_i - C'(E_i)}{a_i} = \mu_3 \geq 0 \quad i=1, \dots, 12 \quad [8]$$

$$\sum_{i=1}^{12} a_i E_i = Q_0 \quad [9]$$

Donde μ_3 corresponde al valor sombra de la restricción del volumen de capturas en el problema de optimización. Las 12 ecuaciones del tipo [8] expresan que para maximizar sus beneficios la empresa debe distribuir sus esfuerzos a lo largo del año igualando los beneficios marginales por tonelada capturada de la última unidad de esfuerzo aplicada en cada mes. Además, este valor será igual a la valoración marginal de la restricción de capturas, es decir, a los beneficios marginales que la empresa podría obtener si se incrementara su asignación inicial. Los resultados al problema anterior son los distintos niveles de esfuerzo a aplicar durante el año:

$$E_i^* = E(Q_0, P, a_i) \quad i = 1, \dots, 12$$

2.3. Regulación por Cuotas Individuales Transferibles.

Bajo este esquema de regulación, al igual que con CINT, las empresas reciben una asignación inicial de capturas denotada por Q_0 . Adicionalmente, las empresas pueden modificar sus niveles de captura comprando o vendiendo derechos de pesca. La variable Z denotará la cantidad neta de derechos comprados. Si $Z > 0$, la empresa es compradora neta de derechos. Si $Z < 0$, la empresa vende parte de los derechos que se le asignaron. Así,

cada firma debe tomar dos tipos de decisiones, por una parte debe decidir cuántos derechos comprar o vender (Z) y cómo distribuir sus esfuerzos a lo largo del año ($E_i, i=1, \dots, 12$).

El problema que enfrenta la empresa puede expresarse como:

$$\text{Max}_{E_i} \quad \Pi = \sum_{i=1}^{12} (Pa_i E_i - C(E_i) - P_Z Z) \quad i=1, \dots, 12 \quad [10]$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{i=0}^{12} a_i E_i = Q_0 + Z$$

$$0 \leq E_i \leq E_{MAX}; \quad i=1, \dots, 12$$

Las condiciones de Kuhn-Tucker (1951) para una solución interior en el nivel de esfuerzo son:

$$P_Z = \mu_3 \quad [11]$$

$$\frac{Pa_i - C'(E_i)}{a_i} = \mu_3 \geq 0, \quad i=1 \dots 12 \quad [12]$$

$$\sum_{i=1}^{12} a_i E_i = Q_0 + Z \quad [13]$$

La ecuación [11] señala que la empresa ajustará sus niveles de captura, comprando o vendiendo derechos, hasta el punto en que la valoración marginal de un incremento en las capturas iguala al precio de los derechos. Esto permitirá estimar una función de demanda por derechos, a través de la simulación de los valores de μ_3 , dado los valores de Q_0+Z , donde μ_3 representará el máximo precio que la empresa estará dispuesta a pagar por una unidad de derecho adicional. Las ecuaciones del tipo [12] y [13] señalan la forma en la cual la empresa distribuirá sus esfuerzos durante el año para lograr sus capturas.

La solución a este problema entregará como resultados:

$$Z^* = Z(P_Z, Q_0, P, a_i) \quad i = 1, \dots, 12$$

$$E_i^* = E(P_Z, Q_0, P, a_i) \quad i = 1, \dots, 12$$

Lo anterior corresponde a una demanda derivada por CIT y a los niveles óptimos a aplicar en cada mes.

Es importante señalar que, dado que P_Z es el mismo para todas las empresas, en el óptimo del mercado todas ellas estarán operando con los mismos beneficios marginales por tonelada capturada (Ecuación [11]). Esta característica de equimarginalidad implica que la CTP se obtendrá generando los máximos beneficios posibles en el sector.

3. Construcción del modelo y análisis de la simulación.

En esta sección se describen los datos utilizados en la simulación para construir el modelo de optimización. Al mismo tiempo se muestra cómo el modelo es utilizado en cada escenario de regulación.

3.1. Descripción de los datos y construcción del modelo

Para la simulación se requieren construir parámetros de captura por mes, costos por unidad de esfuerzo y precios de las especies capturadas.

Los parámetros de captura se construyeron con datos de capturas diarias, proporcionados por la Subsecretaría de Pesca de Chile, para las capturas realizadas en la zona Centro Sur del Jurel durante el año 1995. Estos datos se encuentran codificados por empresa y barco, de forma tal de impedir identificar a cada una de las empresas participantes. Se clasificó la flota en ocho clases de embarcaciones distintas, según m^3 de capacidad de bodega. (Clase 1: 120-300 m^3 , Clase 2: 301-400 m^3 , Clase 3: 401-500 m^3 , Clase 4: 501-600 m^3 , Clase 5: 601-700 m^3 , Clase 6: 700-900 m^3 , Clase 7: 900-1100 m^3 y Clase 8: 1100 m^3 y más). La base de datos disponible entrega información para 25 empresas y 175 barcos. La información contenida se refiere a día de zarpe, día de arribo y

toneladas capturadas por especie. Se definió como unidad de esfuerzo el *día de pesca*. Los datos muestran que las embarcaciones que pueden capturar Jurel, también muestran capturas de otras tres especies: Anchoqueta, Merluza de Cola y Sardina Común. Dado que los datos presentan capturas de una especie por viaje, se asumió que el barco capturaba sólo un tipo de pez por cada viaje, es decir, que no existía captura acompañante, aunque se consideró que todos los barcos podían capturar cualquiera de las cuatro especies. Se calculó el promedio de capturas por día de pesca, diferenciando por especie, tipo de barco y mes, lo que constituyó los parámetros de captura a_i , transformándose en a_{ijk} . Además, se asume que cada barco puede elegir sobre qué especie dirigir sus esfuerzos, pudiendo en un mes, destinar días de pesca a distintas especies.

Así, el problema general que enfrenta cada empresa es elegir los niveles de esfuerzo (E_{ikn}) a aplicar en cada mes i , sobre cada especie k y con cada una de sus n embarcaciones, para maximizar sus beneficios. De esta forma, la empresa debe elegir E_{ikn} , optimizando:

$$\underset{E_{ikn}}{\text{Max}} \Pi = \sum_{i=1}^{12} \sum_{k=1}^4 \sum_{n=1}^N E_{ikn} \left((P_k - c_n^T) a_{ikn} - c_n^E \right) \quad [14]$$

sujeto a:

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^{12} a_{i2n} E_{i2n} &\leq Q_0 \\ \sum_{j=1}^4 E_{ikn} &\leq 30; i=1..12, n=1..N \\ \sum_{i=1}^{12} \sum_{k=1}^4 E_{ikn} &\leq 330; n=1..N. \\ E_{ikn} &\geq 0 \end{aligned}$$

Donde P_k expresa el precio relevante para la empresa al cual puede vender la especie k , c_n^T corresponde a un costo por tonelada capturada, tal como bonos por pesca y c_n^E corresponde al costo por unidad de esfuerzo.

La primera restricción señala que las capturas anuales de jurel por todos los barcos no puede superar a sus derechos de captura ($k=2$ denota a la especie Jurel). La segunda restricción muestra la restricción de esfuerzo máximo por período que tiene la empresa para cada una de sus N embarcaciones ($E_{MAX}=30$). La tercera restricción señala que se deben destinar, por lo menos 30 días al año a mantención de cada uno de sus barcos. La cuarta restricción expresa la condición de no-negatividad en las variables de decisión.

En el modelo planteado, la primera restricción resulta relevante al momento de evaluar un sistema de regulación que limite las capturas, ya sea a través de CINT o CIT. Bajo una Cuota Global, se considerará que esta captura es mayor a la capacidad de pesca de la empresa, y bajo CIT, este valor se establecerá una vez ajustado el nivel de operaciones de la empresa con la compra o venta de derechos en el mercado.

Para estimar los parámetros de costos se asumió la existencia de barcos homogéneos al interior de cada clase. Se contó con información de costos provenientes de FAO-DANIDA (1997), Contratos Colectivos de Trabajo de las empresas pesqueras, e información proveniente de la Encuesta Nacional a la Industria Manufacturera, especialmente, de la Encuesta de Flota Propia que se realiza a estas empresas. Con la información disponible, se construyó un parámetro de costos por unidad de esfuerzo para cada categoría de embarcación, el cual se supone fijo durante todo el año e independiente de los niveles de biomasa existentes. Aquí se incluyeron costos de combustibles, alimentación por viaje, insumos, materiales y bonos por tonelada de pesca. Estos ítems

corresponden sólo a costos variables, debido a que se intentan captar respuestas de corto plazo de las empresas.

En esta pesquería no existe información de precios que reflejen la valoración que las empresas tiene de la especie. En la pesquería existe un alto grado de integración vertical, es decir que las industrias procesadoras son propietarias de un gran porcentaje de las embarcaciones. Ello provoca que no se generan muchas transacciones de mercado de las especies. Lo anterior lleva a que no exista un mercado que forme un precio que refleje la valoración relativa de las distintas especies para el sector industrial. Aunque existe información de precios, estos corresponden al valor de traspaso entre las actividades de flota y procesamiento al interior de una misma empresa, por lo que no se consideran válidos. Por otra parte, durante 1995 existió una alta concentración de las capturas en la elaboración de un solo producto, la harina de pescado, destinándose alrededor de un 95% de las especies pelágicas capturadas a esta línea de procesamiento [Sernapesca, (1995)]. Debido a lo anterior, se consideró como precio de la especie el beneficio medio de procesamiento que se puede obtener con la transformación de una tonelada de cada especie en harina de pescado. Para considerar el valor de la harina de pescado se calculó el precio promedio de las exportaciones de harina de pescado de Chile para el año 1995. Para ello se utilizaron datos de exportaciones proporcionados por Prochile y la revista del Informe Económico Regional de la Universidad de Concepción. Para observar el costo por tonelada de pesca, se utilizaron datos de ENIA 1994. Los que se actualizaron al año de análisis utilizando el Índice de Precios a Mayoristas (IPM). Los coeficientes técnicos de transformación de cada especie en harina se calcularon con información del Servicio Nacional de Pesca [Sernapesca (1995)].

3.2. Descripción de la simulación

A continuación se describirá como se simula un mercado de derechos de captura y se obtienen resultados de corto plazo relacionados con su funcionamiento. Además, se describe brevemente como se evalúan los distintos escenarios de regulación para observar las diferencias de obtener una CTP con cada uno de ellos y así poder asignar estas diferencias a las características de propiedad y transferibilidad de los derechos.

3.2.1. Análisis del mercado de derechos por CIT:

Se simuló un mercado de CIT donde se observó el precio de equilibrio por tonelada de captura y las transacciones realizadas ante distintos valores para la CTP. Dado que se asumen barcos homogéneos al interior de cada clase, lo anterior se realizó obteniendo una función de demanda por CIT para cada tipo de barco. Para encontrar la demanda por CIT de cada empresa, se agregaron las demandas simuladas según los distintos tipos de barcos que poseía cada una de ellas. Para encontrar la demanda de mercado, se agregaron las demandas para todos los barcos de la pesquería. El precio de equilibrio es aquel que iguala la demanda total por derechos de captura a la oferta establecida por el regulador a través de la CTP (Lanfersieck y Squires, 1992).

a. Función de Demanda Total por Derechos de Captura:

Para obtener la demanda de cada tipo barco, se optimizó el modelo anterior haciendo uso del software Lingo 6.0, para un barco de cada categoría de embarcación y se observó el valor sombra de la restricción de capturas de Jurel. Dando distintos valores a la restricción de capturas (Q_0), se obtuvieron valores para μ_3 o precio de demanda por CIT (P_Z) (Ecuación [11]). Con estas combinaciones (Q_0, P_Z) se ajustó una función de demanda lineal para cada clase de barco, del tipo:

$$\begin{aligned} Q'_m &= \beta_0 - \beta_1 * P_Z & , \text{ si } P_Z \leq P_{MAX}^m \\ Q'_m &= 0 & , \text{ si } P_Z > P_{MAX}^i \end{aligned}$$

Donde Q'_m expresa la cantidad total de derechos demandados por un barco de la clase m y P_{MAX}^m corresponde al Precio máximo al cual el barco del tipo m está dispuesto a demandar derechos, este corresponde al precio que contiene la observación más alta recogida de la simulación.

Los puntos observados de la simulación no provienen de precios formados por la interacción de oferta y demanda de mercado, por lo que no existen problemas de simultaneidad en la estimación de una función que se ajuste a la demanda por CIT. En la Tabla 1, se muestran parámetros de las funciones de demanda estimadas para cada categoría de barco y bajo estos entre paréntesis se muestra la probabilidad de error correspondiente a cada uno. Para mostrar el grado de ajuste de las funciones se presentan sus correspondientes R^2 . También se presenta el valor de P_{MAX}^m .

Dadas las demandas por cada embarcación, la función de demanda por CIT de una empresa estará dada por la suma de la demanda de cada uno de los barcos que posea al interior de cada clase (N^m). Para el cálculo de una función de demanda de mercado por CIT, se agregarán las demandas para toda la flota. Esto es:

$$Q_T^d = \sum_{m=1}^8 N_m^T Q'_m(P_Z)$$

Dónde Q_T^d expresa la demanda total por derechos de captura para todas las empresas y N_m^T el número total de barcos de la Clase m en la Flota.

3.2.2. Análisis de los distintos escenarios de regulación:

A continuación se presenta cómo es utilizado el modelo para simular la aplicación de los sistemas de Cuota Global, Cuotas Individuales No Transferibles y Cuotas Individuales Transferibles.

a. Simulación bajo Cuota Global

Para realizar la simulación bajo CG se considera que las embarcaciones operan mes a mes hasta que se determina el tiempo de cierre de la temporada, aplicando la misma cantidad de esfuerzos que en el caso en que no tienen una restricción a las capturas (Anderson, 1999). De esta forma, se optimizó el modelo sin restricción de captura y se observó como se habría comportado cada empresa bajo una CG que durara todo el año. Con esta información, se estableció el momento de cierre cuando las capturas agregadas cubrían la CTP establecida.

b. Simulación bajo Cuotas Individuales No Transferibles

La simulación bajo CINT consideró dos tipos de distribución inicial, según Capturas Históricas (CH) y según Capacidad de Bodega (CB). Se estableció la CTP y se realizaron las asignaciones iniciales a cada empresa, dependiendo de la participación que esta poseía sobre las variables antes mencionadas. Con estos valores se optimizó el modelo de cada empresa y se observaron las respuestas de cada una de ellas.

c. Simulación bajo Cuotas Individuales Transferibles

Esta simulación se realizó en dos etapas. En una primera etapa el regulador establece la CTP, se llevan a cabo las transacciones y se genera un precio de equilibrio para el mercado de las CIT. Este precio de equilibrio corresponde al valor de P_Z en Q_T^d dada la CTP para la pesquería [Lanfersieck y Squieres, (1992)]. Dado este precio de equilibrio, cada empresa operará en su función de demanda total por derechos estimada anteriormente. En una segunda etapa cada empresa optimiza sus esfuerzos de pesca, dado el nivel de capturas anteriormente determinado. (Ecuaciones [11]-[13]). De esta forma, utilizando información proveniente del mercado simulado, se observó el precio de equilibrio para el

mercado de las CIT, dado un nivel de CTP. Con este precio se determinó la demanda de derechos de cada empresa para obtener su nivel de operaciones óptimos, luego de haber realizado las transacciones que equilibraron el mercado. Con este nivel de capturas se optimizó el modelo para cada empresa y se observaron los parámetros antes descritos.

4. Resultados

La presentación de los resultados se hará de la siguiente forma: En una primera parte, se presentará la estimación del precio de equilibrio para las CIT y algunos resultados respecto al funcionamiento de un mercado simulado de derechos. En una segunda parte, se realizarán las comparaciones de lograr la CTP mediante los tres sistemas de regulación.

4.1. Resultados de un Mercado de Derechos de Captura

En primer lugar se presentarán los resultados asociados a la función de demanda de mercado estimada y posteriormente se entregarán algunas características importantes del funcionamiento del un mercado de derechos ante distintos niveles para la CTP.

4.1.1. Función de Demanda de Mercado

La función de demanda total por capturas, en millones de toneladas y miles de pesos de 1995, quedó determinada por:

$$Q_T^d = \begin{cases} 7,065 & \text{si } P_Z \leq 6,5 \\ 12,338 - 0,808P_Z & \text{si } 6,5 < P_Z \leq 12 \\ 9,432 - 0,607P_Z & \text{si } 12 < P_Z \leq 13 \\ 0 & \text{si } 13 < P_Z \end{cases}$$

En esta demanda se consideran tanto los precios máximos que la flota estaría dispuesta a pagar por una unidad de derecho adicional (\$13.000 de 1995), como la cantidad máxima de capturas posibles de alcanzar con la flota disponible (aproximadamente 7,065

millones de toneladas (Mill.Tons.). En la Figura 1 se muestra la función de demanda total por derechos estimada para la pesquería

4.1.2. Precio de Equilibrio en Función de la CTP Establecida

Con la función de demanda de mercado estimada anteriormente, es posible observar el precio de equilibrio que vacía el mercado de los derechos de captura, en función de la CTP establecida. El precio de equilibrio por CIT (P_Z), en miles de pesos, en función de la Captura Total Permitida (Q_T), en millones de toneladas, queda determinado por:

$$P_Z = \begin{cases} 0 & \text{si } 7,065 < Q_T \\ 15,27 - 1,24Q_T & \text{si } 2,645 < Q_T \leq 7,065 \\ 12 & \text{si } 2,148 < Q_T \leq 2,645 \\ 15,54 - 1,65Q_T & \text{si } 1,541 < Q_T \leq 2,148 \\ 13 & \text{si } Q_T \leq 1,541 \end{cases}$$

Dada la participación de una empresa en la pesca total a través de los derechos que posee, un aumento en la CTP (Q_T), producirá dos efectos. Por una parte aumentará el monto que puede extraer con cada derecho, pero por otra el precio del derecho por tonelada tenderá a disminuir. Luego, el valor de su derecho cambiará dependiendo de la elasticidad precio de la Demanda Total por CIT.

El valor de una participación de un 1% en la CTP ($P_Z^{\%}$), en millones de pesos de 1995 y Q_T expresado en millones de toneladas, estará determinado por:

$$P_Z^{\%} = \begin{cases} 0 & \text{si } 7,065 < Q_T \\ 152,7Q_T - 12,4Q_T^2 & \text{si } 2,645 < Q_T \leq 7,065 \\ 120Q_T & \text{si } 2,149 < Q_T \leq 2,645 \\ 155,4Q_T - 16,5Q_T^2 & \text{si } 1,542 < Q_T \leq 2,149 \\ 130Q_T & \text{si } Q_T \leq 1,541 \end{cases}$$

En la Figura 2 se muestra dicho valor, en función de la CTP establecida. En este gráfico se observa la función más representativa (cuando $6.05 < Pz < 12$), ya que en los otros tramos esta función es una buena aproximación de las funciones correspondientes. Dada la capacidad de captura de la flota, esta función sólo es válida hasta un valor de 7.065.468 toneladas.

La Figura 2 muestra la existencia de un fuerte incentivo privado de corto plazo por exigir incrementos en los niveles de CTP establecidos para cada temporada, ya que un aumento en los niveles de captura permitidos, incrementarían el valor de la participación individual en la CTP, en casi todo el tramo de la capacidad de la flota. Esto podría llevar a los agentes a generar presiones políticas para lograr una mayor CTP en cada período, las cuales pueden observarse en las discusiones que se realizan cada año para el establecimiento de dicha CTP. Ello requiere mejorar el conocimiento respecto a cómo las capturas anuales pueden afectar a los niveles de los stocks y de esta forma intentar internalizar este tipo de efectos en las decisiones de los agentes de la pesquería. Lo anterior debería llevar a facilitar acuerdos tendientes a que este aumento en las capturas anuales se genere de una manera sostenible en el tiempo.

4.1.3. Análisis de los precios de equilibrio.

La Tabla 2 muestra diferentes precios de equilibrio por tonelada y valores para la elasticidad precio de la demanda por CIT, para distintos valores de la CTP establecida. La segunda columna de esta tabla, muestra el valor de un derecho por tonelada de jurel en el año 1995. La tercera columna nos muestra una medida de la sensibilidad del precio a la fijación de la captura global, lo cual corresponde a la inversa de la elasticidad de demanda. Dicha elasticidad-precio se muestra en la cuarta columna de la tabla. Finalmente se

muestra el valor de un 1% de la CTP. Allí es posible confirmar la pequeña respuesta de los precios ante un cambio en la CTP, a cualquier nivel de fijación de la CTP.

4.1.4. Tamaño Potencial del Mercado de CIT

La Tabla 3 muestra simulaciones para la cantidad de derechos y los montos transados, así como también el porcentaje de la cuota global que se comercializa en el mercado de CIT, dados distintos niveles de Captura Total Permitida para la temporada. De esta tabla es posible obtener dos conclusiones importantes. En primer lugar, se observa que los volúmenes de transacciones podrían fluctuar entre 620 y 3.800 millones de pesos en un año, aproximadamente. En segundo lugar, si tenemos en consideración que la distribución inicial de las CINT no será óptima para la pesquería en su conjunto, podemos medir este grado de ineficiencia a través del porcentaje de derechos que deben ser transados para llegar a un óptimo. La simulación sugiere que el sistema de distribución inicial más eficiente para un mecanismo de CINT dependerá del nivel de la CTP establecida. Así, es posible observar que cuando se fijan niveles bajos de CTP, es más eficiente distribuir las CINT según Capturas Históricas (la asignación se encuentra más cerca del óptimo, dado por la operación bajo CIT). Si, por el contrario, se establecen valores altos de la CTP, será más eficiente una asignación en base a Capacidad de Bodega.

En la Tabla 5 se presentan la participación en las capturas de Jurel de cada clase de barco. Ello nos permite observar los barcos que operarán bajo diferentes niveles para la CTP. Allí es posible observar que cuando la CTP es inferior a 2.500.000 Tons. los barcos pequeños y los más grandes, prefieren vender sus derechos y salir de la pesca del jurel.

4.2. Comparación de los distintos Regímenes de Regulación.

En esta sección se muestran las diferencias en los niveles de esfuerzos aplicados, capturas y en los excedentes de pesca obtenidos frente a los distintos escenarios de

regulación. Todo lo anterior se realizará estableciendo una CTP anual de 2.000.000 de toneladas. Así, será posible observar los efectos de la propiedad y la transferibilidad de los derechos cuando se establece una CTP como la señalada.

4.2.1. Comparación en los niveles de esfuerzo.

En la Figura 3 se muestran los niveles de esfuerzos estandarizados aplicados en cada mes, dependiendo de cada sistema de regulación. Estos corresponden solamente a los viajes de pesca aplicados sobre el Jurel. En ellos se observa que la existencia de propiedad sobre las capturas, independientemente del sistema de asignación inicial, provoca una distribución de las capturas entre los meses de abril y junio, cuando estas presentan un mayor volumen por viaje de pesca. Puede observarse que esto se produce en general para todos los tipos de barcos.

El principal efecto de la aplicación de transferibilidad de los derechos es que los barcos de las categorías 1, 2 y 8 prefieren vender sus derechos y capturar otras especies, no realizando esfuerzos sobre el Jurel. Es posible concluir que el efecto de la propiedad sobre los derechos de captura genera una distribución de los esfuerzos entre los meses de marzo y julio. La transferibilidad de los derechos permite que los esfuerzos disminuyan en los barcos más pequeños y más grandes, y que aumenten en los barcos medianos.

4.2.2 Comparación en los niveles de Capturas.

En la Figura 4 se muestran las capturas mensuales para cada una de las especies, según sistema de regulación utilizado. En dichos gráficos es posible observar que bajo un sistema de CG se capturará casi exclusivamente jurel entre enero y marzo, generándose una gran presión sobre las otras especies durante los otros meses del año. Bajo un sistema de CINT se produce desplazamiento de la estacionalidad y un ligero aumento en la duración de la temporada de pesca del Jurel, en relación con una CG. Por otra parte, cabe destacar

que bajo un sistema que genera *propiedad* aumentan las capturas de las otras especies en meses en que no convenía pescarlas bajo una CG, esto es, en los primeros meses. Finalmente, un sistema de CIT produce efectos muy similares a los de CINT sobre las capturas de las especies no-jurel. Esto implica que la característica de transferibilidad de los derechos no debiera generar una mayor presión sobre las otras especies. Los efectos de la transferibilidad sobre las capturas de Jurel se refieren principalmente a incrementar levemente las capturas en los meses de enero, mayo y junio y a reducirlas en marzo, abril y julio. La Tabla 6 muestra el porcentaje de las capturas en cada mes, ante cada sistema de regulación. En ella se aprecia con mayor claridad la participación mensual de las capturas ante cada sistema de regulación.

La Figura 4 muestra las capturas según especie y sistema de regulación. Allí es posible apreciar el aumento de las capturas sobre las otras especies, que generan las CINT y CIT. Esto se debe a que la flota es más eficiente en la captura del Jurel, pudiendo dedicar un mayor tiempo a las capturas de las otras especies. Esto resulta muy importante, ya que cualquier sistema de regulación por cuotas sobre el jurel, aumentará las presiones sobre las otras especies. Este es un tema muy importante que debe ser considerado al momento de decidir la implementación de este sistema de regulación, considerando la necesidad de regular el nivel de las capturas de las especies que pueden obtenerse por los barcos de la pesquería.

4.2.3 Costos de lograr las Capturas.

En la Figura 6 se muestra la disminución en los costos de capturar jurel, diferenciando entre las características de propiedad y transferibilidad de los derechos de captura. Dado que la cantidad capturada es la misma, esta disminución en los costos equivale a un aumento en los excedentes de captura. El *efecto propiedad* (EP) se genera

como diferencia entre un sistema de CINT y un sistema de CG. El *efecto transferibilidad* (ET) se produce como diferencia entre las CIT y un sistema de CINT. De esta forma, es posible apreciar que un sistema de CIT habría generado un ahorro anual de costos de alrededor de 2.700 millones de pesos de 1995. Esto corresponde sólo al efecto directo de excedentes de captura. A esto se debe agregar el efecto indirecto producto de una mayor captura de las otras especies, ya que al aumentar la eficiencia en las capturas del jurel, existe mayor disponibilidad de tiempo de las embarcaciones para capturar las otras especies. En la Figura 7 se presentan los efectos directos e indirectos sobre el aumento en los beneficios de la actividad pesquera dependiendo del sistema de asignación inicial. En estos gráficos, se puede apreciar que los efectos indirectos son incluso más importantes que los efectos directos, es decir, no sólo es importante el aumento en la eficiencia de las capturas de jurel, sino que también la mayor posibilidad de capturar otras especies, debido a un mayor tiempo disponible dada la eficiencia en las capturas de jurel. Así, suponiendo que no existe regulación sobre el nivel de capturas de las otras especies, es posible observar que la mayor eficiencia producto de CIT habría incrementado en 1995 los excedentes en alrededor de 6.500 millones de pesos. Es posible analizar lo anterior por tonelada capturada o como porcentaje del precio. En la Tabla 6 se aprecia el primer caso. En ella se muestra que un sistema de CIT, en comparación con un sistema de CG, generaría un ahorro de costos agregado de alrededor de \$1.336 de 1995 por tonelada capturada. La característica de *propiedad* de los derechos de captura es responsable de \$1.254/Ton. Y la característica de *transferibilidad* de \$83. /Ton (Tabla 7). En términos porcentuales, lo anterior corresponde a un 6.3% y un 0.35% de los beneficios netos de procesamiento del Jurel (Tabla 8).

CONCLUSIONES

Dada la gran capacidad actual de captura potencial de la flota, producto de la sobreinversión de los años en que se reguló intentando controlar esfuerzos de pesca, la flota podría capturar 2 Mill. Tons en menos de tres meses en un esquema de CG. Por lo tanto, una tarea importante del regulador será generar incentivos para reducir el tamaño de la flota, con el fin de asegurar que los niveles de inversión sean consistentes con la disponibilidad actual del recurso y la sostenibilidad de la actividad económica en el largo plazo.

Al simular el funcionamiento de un mercado de derechos de captura, se observó que la función de demanda agregada por derechos de captura resulta ser altamente elástica, producto que el rango de los beneficios marginales para cada empresa es pequeño, así como también lo son las diferencias entre empresas. Esto implica que la sensibilidad del precio de los derechos ante cambios en la CTP es pequeña, por lo que las empresas tendrán fuertes incentivos a exigir aumentos en el valor de la CTP anualmente, debido a que no sentirán una reducción en el valor de sus derechos producto que el precio por tonelada pueda disminuir. Una tarea importante del regulador será entonces, intentar generar suficiente información para generar incrementos en la CTP que no pongan en peligro la especie y las capturas futuras.

Por otra parte, el hecho que las diferencias en los beneficios marginales que pueden obtener distintas empresas son pequeñas podría llevar a que las transacciones sean muy sensibles a la existencia de costos de transacción. Lo anterior implica que en presencia de altos costos de transacción para las empresas, podría darse que en la práctica los beneficios de la transferibilidad se anulen y que, por lo menos en el corto plazo, un sistema de CIT funcione de manera similar a un sistema donde los derechos no pueden transferirse.

Otro hecho que resulta destacable, es el alto monto de transacciones que se podrían generar en un mercado. Esto permitiría incorporar este tipo de derechos en bolsas de valores, reduciendo los costos de transacción y permitiendo que se generen los beneficios por la transferibilidad.

En relación con las embarcaciones que se utilizarán en la pesquería del Jurel, bajo un sistema de CIT con una CTP de 2 Mill. Tons., los esfuerzos se concentran en las categorías 4 a la 7 (barcos entre 500 m³ y 1100 m³ de CB), siendo este hecho independiente de la transferibilidad de los derechos. Alrededor de un 60% de las capturas se realizarían por las embarcaciones de entre 700 y 1100 m³ de CB.

Si se asume la existencia de rendimientos constantes al factor esfuerzo al interior de cada embarcación, entonces es posible apreciar que la transferibilidad de los derechos *reduce la concentración* de las capturas en las empresas más grandes en comparación con un sistema de CINT. Una línea de investigación futura y muy importante es observar con mayor detalle la tecnología de producción de las embarcaciones y testear la hipótesis de rendimientos crecientes al factor, que podría afectar al mercado de derechos y a la concentración de la actividad bajo el nuevo esquema de regulación.

Un resultado importante es que, dada la capacidad potencial de la flota, cuando la CTP es pequeña, podría capturarse en unos pocos meses aún en presencia de CIT. Una CTP de 2 Mill. Tons. capturada con CIT sólo habría generado un desplazamiento de la temporada de pesca, desde el período enero-marzo (bajo CG) al período abril-julio. Cabe destacar que este hecho no depende de la transferibilidad de los derechos, ya que bajo CINT y bajo CIT se observa el mismo comportamiento.

El hecho de desplazar la temporada de pesca a los meses intermedios del año, provoca que los barcos estén disponibles para capturar las otras especies durante los

primeros meses. Esto genera una gran presión sobre las otras especies. Esto llama la atención sobre la necesidad de regular también el total capturado de las otras especies para evitar un colapso de esos recursos.

En relación con las ganancias de eficiencia, que se logran al eliminar la propiedad común y al permitir la transferibilidad, estas son considerables. Cuando la CTP es de 2 Mill. Tons., sólo por *efecto propiedad* podría llegar a generarse un ahorro total de costos de alrededor de 2.500 millones de pesos en la pesquería del Jurel. Por el hecho de permitir la transferibilidad de los derechos (*efecto transferibilidad*), los costos agregados de captura podrían reducirse en alrededor de 200 millones de pesos. Si se expresan estos ahorros de costos por tonelada capturada, se aprecia que bajo el mismo escenario el ahorro de costos por efecto propiedad alcanza alrededor de \$1.250/Ton. y por efecto transferibilidad alrededor de \$70/Ton., lo que corresponde a alrededor de un 6,30% y un 0,35% de los beneficios medios de procesamiento, respectivamente.

Los beneficios de las actividades pesqueras no sólo aumentan por el ahorro de costos de capturar jurel, sino que también por que la mejor utilización de la flota permite capturar otras especies durante los primeros meses del año. Este hecho permitiría incrementar los beneficios en alrededor de 4.000 millones de pesos. Este hecho genera un incremento en la riqueza total que podría ser importante para el país, sin embargo, como se mencionó anteriormente, es sumamente importante cuidar que este incremento sea consistente con los aspectos biológicos de estos recursos, lo implica la necesidad de regular también la cantidad posible de extraer en estos casos.

De todo lo anterior es posible concluir que la implementación de CIT puede generar importante beneficios económicos al país, tanto por la eliminación de la propiedad común de la CTP como por permitir su transferibilidad, aunque este último parece ser menos

importante en magnitud, al menos en el corto plazo. Desde el punto de vista de la protección del recurso la implementación de CIT podría generar problemas por dos vías. La primera se refiere al incremento en los incentivos para exigir mayores CTP en el corto plazo y la segunda está relacionada con la mayor captura de otras especies. Será una responsabilidad importante del regulador tomar medidas en ambos sentidos. Desde el punto de vista de la estacionalidad de la actividad, un sistema de CIT en Chile no la eliminaría sino que sólo la desplazaría. Este hecho, sin embargo, se reduciría en la medida que la CTP crezca y que la flota destinada a la pesquería se reduzca. Dado que un sistema de CIT generaría incentivos a reducir el tamaño de la flota, sería esperable que en el largo plazo la temporada de pesca tienda a ampliarse.

En relación con la separación de los efectos propiedad y transferibilidad cabe señalar que la transferibilidad resultaría importante para generar mayores beneficios económicos y para reducir levemente el grado de concentración de la industria y no generaría ningún otro tipo de efectos sobre la pesquería, ya que todos los efectos mencionados en el párrafo anterior se generan aún en ausencia de la posibilidad de transferir los derechos de captura.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson (1989), "Conceptual Construct for practical ITQ management policies. In P. Neher, R. Arnason and N. Mollett (eds) *Rights Based Fishing*, NATO ASI Series E: Applied Sciences 169, Dordrecht: Kluwer, 191-209.
- Anderson (1999), "The Effects of ITQ Implementation: A Dynamic Approach", Working Paper, College of Marine Studies, University of Delaware.

- Bernal, A., D. Oliva, B. Aliaga, C. Morales. (1999) "New regulations in Chilean Fisheries and Aquaculture: ITQ's and territorial Users Rights". *Ocean & Coastal Management* 42, 119-142.
- Cerda, A., B. Aliaga, E. Bobenrieth, J. Dresdner, R. Quiñones, A. Sepúlveda, M. Galvez, A. Hernández (1997), "Evaluación Bioeconómica de la Pesquería Industrial del Jurel en la Zona Centro Sur". Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera N°95-12.
- Clark (1985) "Bioeconomic Modeling and Fisheries Management" Wiley, New York. 1985.
- Christy, F. T. (1973) "Fisherman Quotas: a tentative suggestion for domestic management. Occasional paper 19. Law of the Sea Institute, Honolulu, Hawaii.
- Copes, P. (1986) "A critical review of the individual quota in fisheries management. *Land Economics* 62: 278-291.
- FAO-DANIDA (1997), "Curso de Bioeconomía Pesquera", Santiago, Chile.
- Gordon, H.Scott (1954), "The Economic Theory of a Common Property Resource: The Fishery" *Journal of Political Economy* 62, 124-142.
- Hardin, Garrett (1968), "The tragedy of the commons". *Science*, 162, 1243-8.
- Hardin, Garrett (1978), "Political Requirement for Preserving our Common Heritage", *En Wildlife and America*, ed. H.P. Brokaw, 310-17. Washington D.C: Council on Environmental Quality.

- Jiles, J. y Calfucura, E. (1994), “La regulación pesquera chilena en pesquerías pelágicas”. En Figueroa (ed.) “Políticas Económicas para el desarrollo sustentable de Chile”, Editorial FACEA, Departamento de Economía, Universidad de Chile, 1994.
- Kuhn, H. And A. Tucker (1951) “Nonlinear Programming” in J.Neyman ed., Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Berkeley, University of California Press, 481 – 492.
- Lanfersieck, J. and D. Squires (1992), “Plannings Models for Individual Transferable Quota Programs” Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 4, pp 2313-2321.
- Matulich, Mittelhammer y Reberte (1996), “Toward a More Complete Model of Individual Transferable Fishing Quotas: Implications of Incorporating the Processing Sector”, Journal of Environmental Economics And Management 31, 112-128.
- Montgomery, W. (1972) Markets in licenses and efficient control programs. J. Econ. Theory 5: 395-418.
- Pearse, Peter H. (1980) “Property Rights and Regulation of commercial fisheries”. Journal of Business Administration, 11 (1-2), 185-209.
- Peña, Julio y J. Nuñez (1994), “On the regulation of Marine Industrial Fisheries: the case of Chile”. Estudios de Economía, vol. 21, N°1, junio de 1994.
- Sernapesca (1995), “Anuario Estadístico de Pesca”, página web del servicio nacional de pesca (www.sernapesca.cl).

Tablas

Tabla 1
Parámetros de una Función de Demanda
Lineal de CIT por clase de barco
(En toneladas y miles de pesos)

Clase	β_0	β_1	P_{MAX}^m	R^2
1	16.873,04 (0.0000)	-1.445,30 (0.0009)	12	0.95
2	23.397,54 (0.0000)	-1.630,55 (0.0000)	12	0.98
3	37.673,26 (0.0000)	-2.355,91 (0.0005)	12	0.89
4	53.803,77 (0.0000)	-3.106,88 (0.0009)	13	0.88
5	72.044,36 (0.0000)	-4.499,54 (0.0020)	13	0.82
6	106.319,32 (0.0000)	-6.578,87 (0.0144)	13	0.77
7	152.879,10 (0.0000)	-10.422,71 (0.0037)	13	0.82
8	111.779,07 (0.0000)	-7.336,31 (0.0000)	12	0.93

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2
Precio de equilibrio de CIT (en miles de pesos)
y Elasticidad Precio

Q_T	P_z	$\frac{\Delta\% P_z}{\Delta\% Q_T}$	Elasticidad Precio Demanda Mercado	$P_z\%$
1.000.000	13,00	0	Infinito	130.000
1.500.000	13,00	0	Infinito	195.000
2.000.000	12,24	-0.27	-3.71	244.800
2.500.000	12,00	0	Infinito	300.000
3.000.000	11,56	-0.32	-3.11	346.800
3.500.000	10,94	-0.40	-2.52	382.900
4.000.000	10,32	-0.48	-2.08	412.800
4.500.000	9,70	-0.58	-1.74	436.500
5.000.000	9,08	-0.68	-1.46	454.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3
Tamaño del Mercado en Montos y Volúmenes transados

CTP	Cantidad Transada		Montos Transados		Porcentaje Transado	
	DI s/CH	DI s/CB	DI s/CH	DI s/CB	DI s/CH	DI s/CB
1,000,000	47,675	52,183	619,772	678,374	4.8%	5.2%
1,500,000	194,752	224,303	2,531,782	2,915,939	13.0%	15.0%
2,000,000	277,272	318,646	3,393,811	3,900,228	13.9%	15.9%
2,500,000	142,017	302,712	1,704,201	3,632,546	5.7%	12.1%
3,000,000	237,623	233,987	2,746,924	2,704,891	7.9%	7.8%
3,500,000	282,027	267,712	3,085,377	2,928,771	8.1%	7.6%
4,000,000	328,522	302,999	3,390,350	3,126,954	8.2%	7.6%
4,500,000	375,511	338,291	3,642,459	3,281,421	8.3%	7.5%
5,000,000	422,761	374,735	3,838,671	3,402,594	8.5%	7.5%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4
Concentración del Mercado por Quintiles con CIT

Quintil	Capturas con CIT	Particip. con CIT	Capturas según CINT CB	Particip. con CINT CB	Capturas según CINT CH	Particip. con CINT CH
I	161,799	3.6%	95,042	2.1%	190,920	4.2%
II	408,087	9.1%	387,279	8.6%	410,950	9.1%
III	822,162	18.3%	748,153	16.6%	713,877	15.9%
IV	1,182,550	26.3%	1,045,629	23.2%	1,122,794	25.0%
V	1,925,402	42.8%	2,223,897	49.4%	2,061,458	45.8%
Total	4,500,000	100.0%	4,500,000	100.0%	4,500,000	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5
Participación en las Capturas de Jurel bajo CIT por Clase de Barco y CTP

Clase	CTP						
	1.500.000	2.000.000	2.500.000	3.000.000	3.500.000	4.000.000	4.500.000
1	0%	0%	0%	0%	1%	1%	2%
2	0%	0%	4%	4%	4%	5%	5%
3	0%	0%	5%	5%	5%	5%	5%
4	15%	13%	11%	10%	10%	9%	9%
5	24%	23%	18%	18%	18%	17%	17%
6	31%	30%	24%	23%	23%	22%	22%
7	30%	34%	28%	29%	30%	31%	31%
8	0%	0%	10%	10%	10%	10%	10%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6
Distribución de las Capturas Mensuales de Jurel
según Sistema de Regulación

MES	CG	CINT s/CB	CINT s/CH	CIT
Enero	35.36%	3.43%	3.90%	5.38%
Febrero	35.48%	0.00%	0.00%	0.00%
Marzo	29.16%	0.43%	1.08%	0.00%
Abril	0.00%	25.93%	27.53%	25.60%
Mayo	0.00%	23.53%	22.52%	26.59%
Junio	0.00%	29.38%	27.14%	28.32%
Julio	0.00%	17.28%	17.83%	14.10%
Agosto	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Septiembre	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Octubre	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Noviembre	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Diciembre	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Total Anual	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7
Efecto Propiedad y Transferibilidad
ahorro de costos en pesos por tonelada

As.Inicial	Ef. Propiedad	Ef.Transferibilidad	Efecto Total
Capacidad de Bodega	1.254	83	1.336
Capturas Históricas	1.278	58	1.336

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8
Efecto Propiedad y Transferibilidad
Ahorro de costos como porcentaje del precio

As.Inicial	Ef. Propiedad	Ef.Transferibilidad	Efecto Total
Capacidad de Bodega	6.23%	0.41%	6.64%
Capturas Históricas	6.35%	0.29%	6.64%

Fuente: Elaboración propia.

Figuras

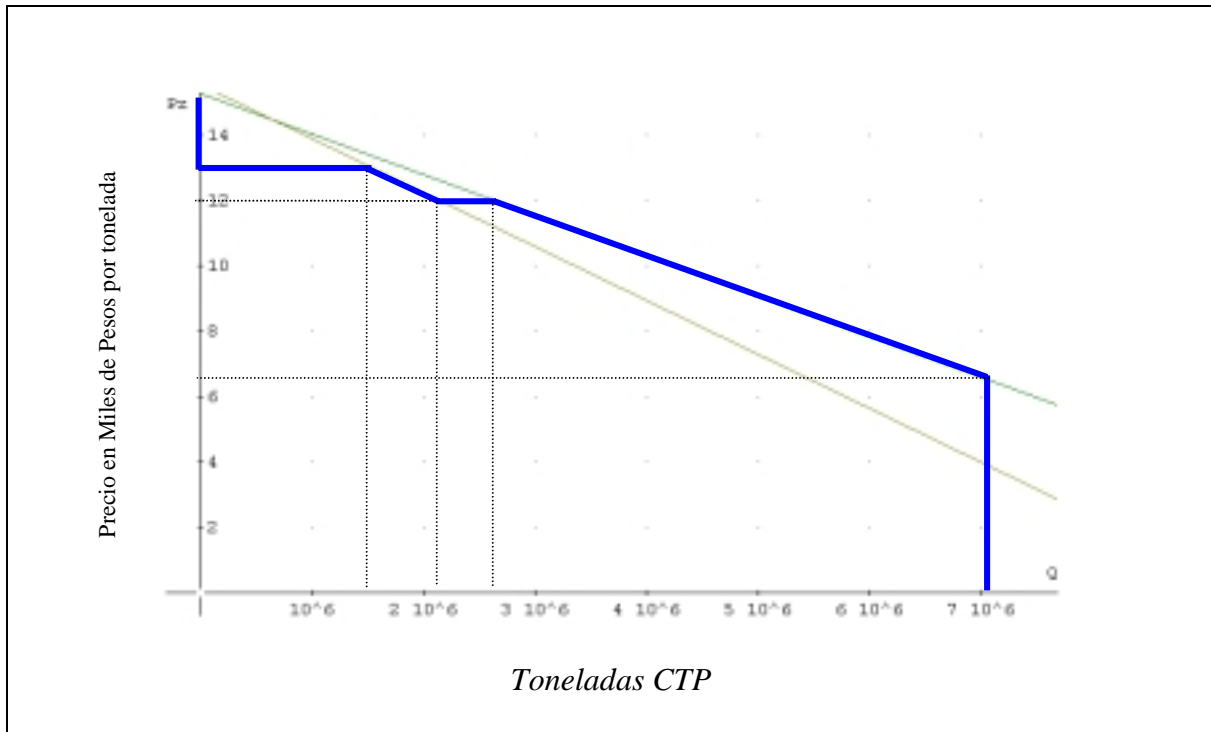


Figura 1: Función de Demanda de Mercado por CIT⁴

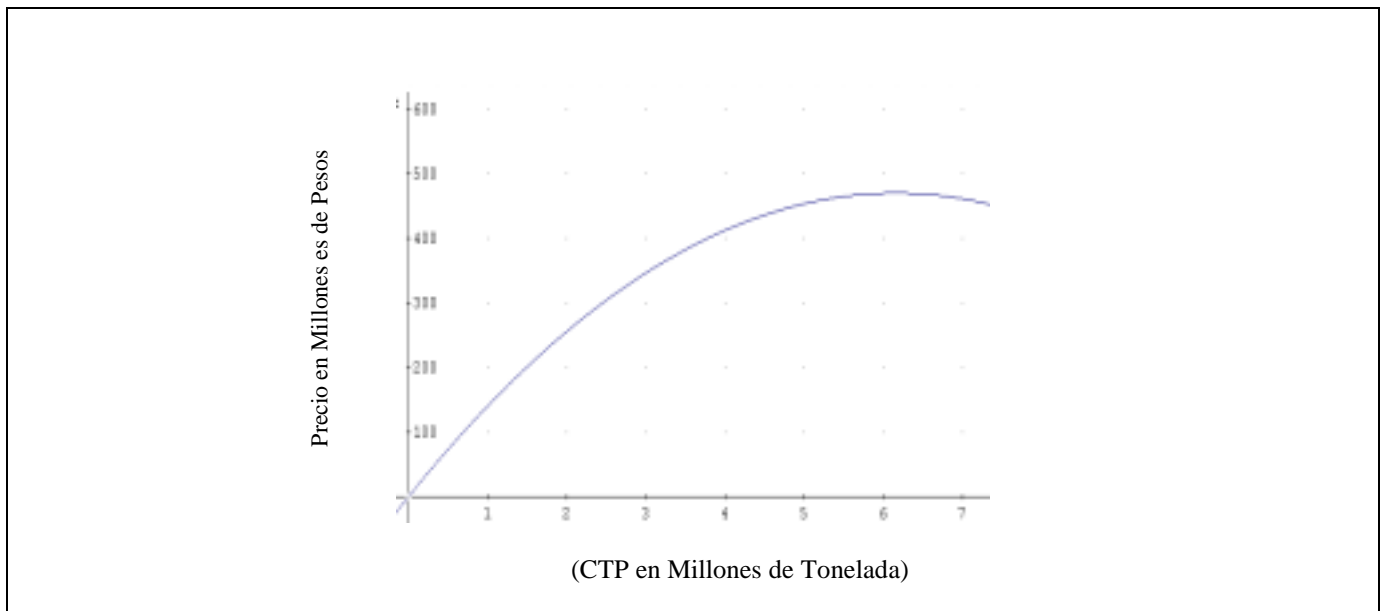


Figura 2: Valor de participación de 1% en la CTP

⁴ Se presentan dos funciones que describen las etapas con demanda positiva. Cada una de ellas es válida sólo en el rango de precios señalado anteriormente. Ello forma la Curva de Demanda de Mercado.

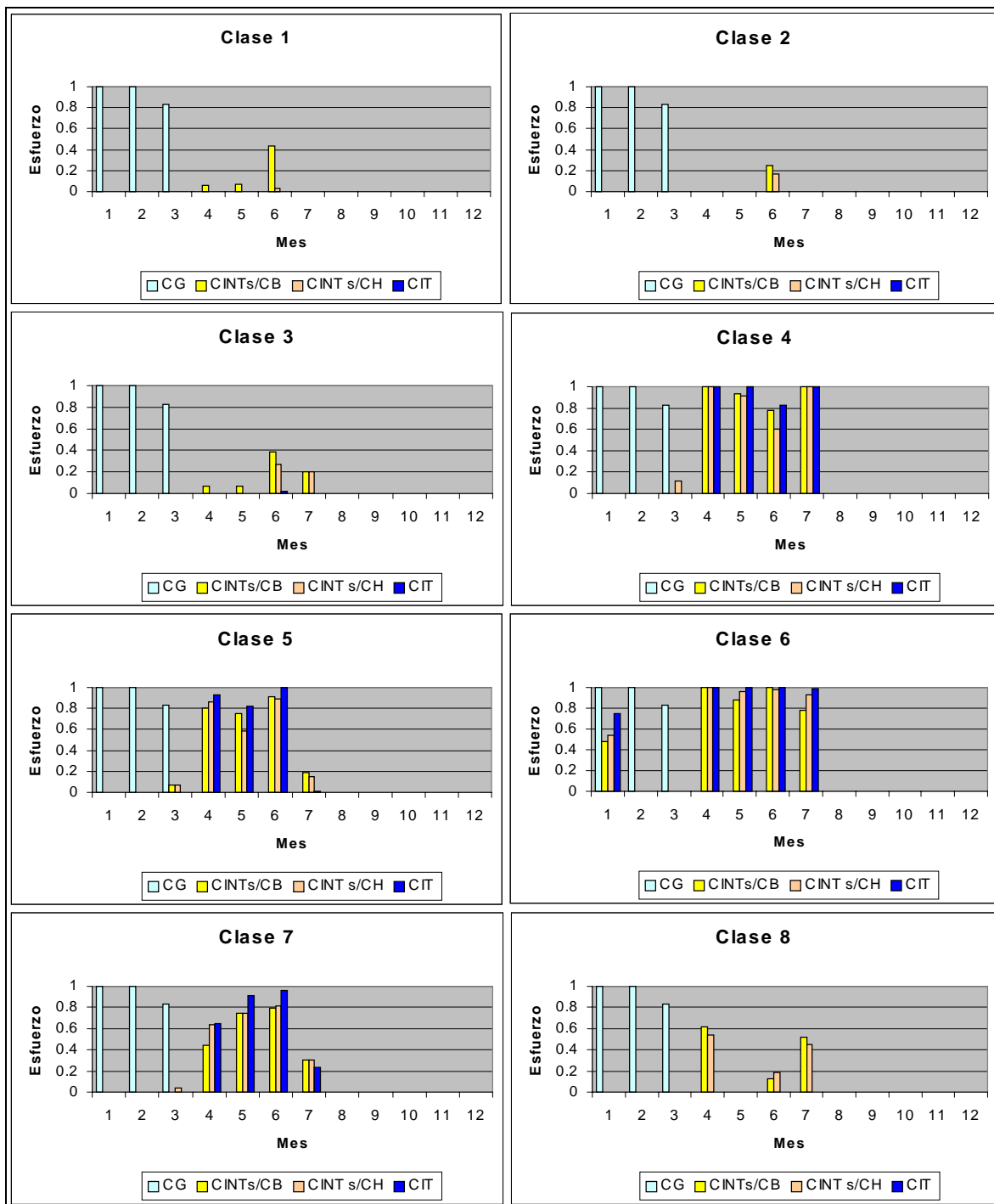


Figura 3: Nivel de Esfuerzos Mensuales Estandarizados por Tipo de Barco según Mecanismo de Regulación (CTP: 2 Mill. Tons.)

Fuente: Elaboración propia

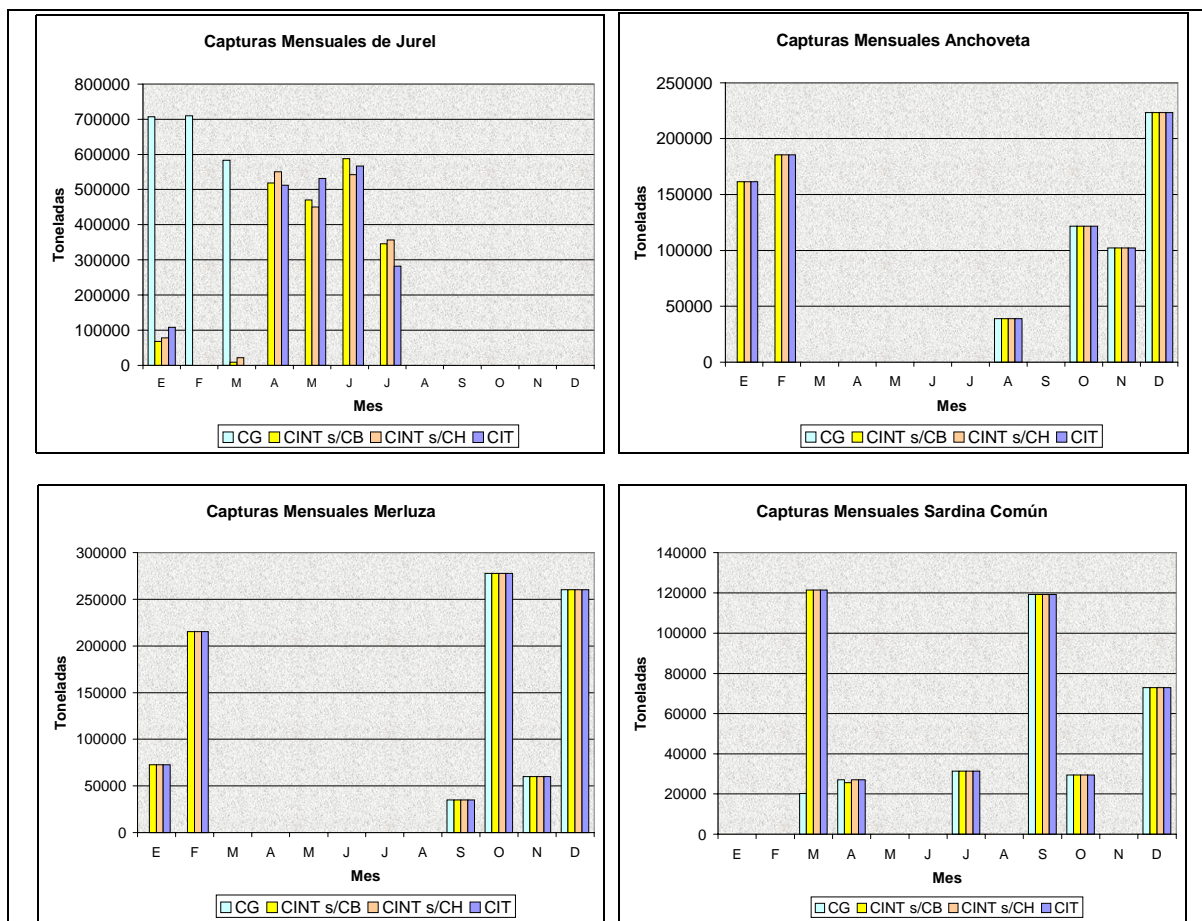


Figura 4: Capturas mensuales por especie, según tipo de regulación. CTP 2 Mill. Tons.
Fuente: Elaboración propia.

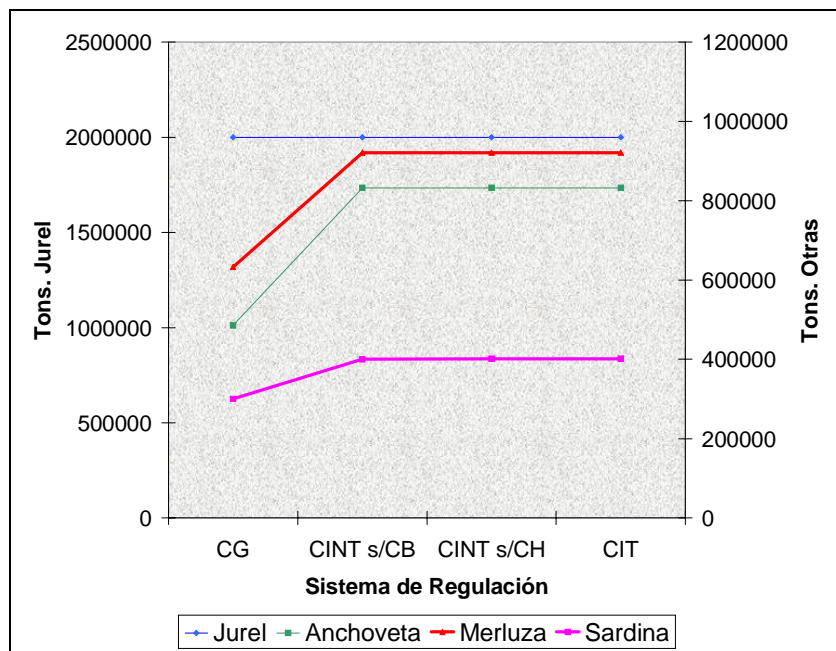


Figura 5: Capturas por especie, según sistema de regulación
Fuente: Elaboración propia

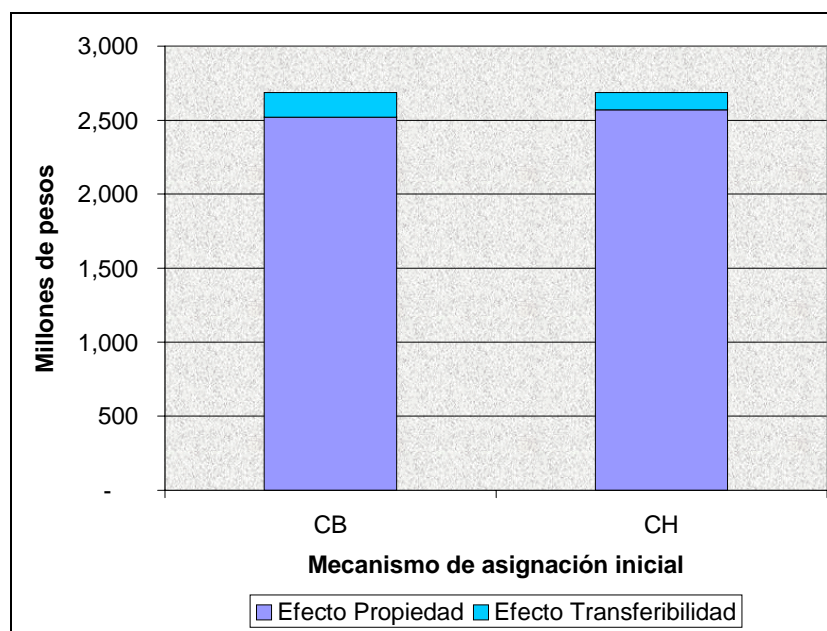


Figura 6: Ahorro de Costos por captura de Jurel
Fuente: Elaboración propia

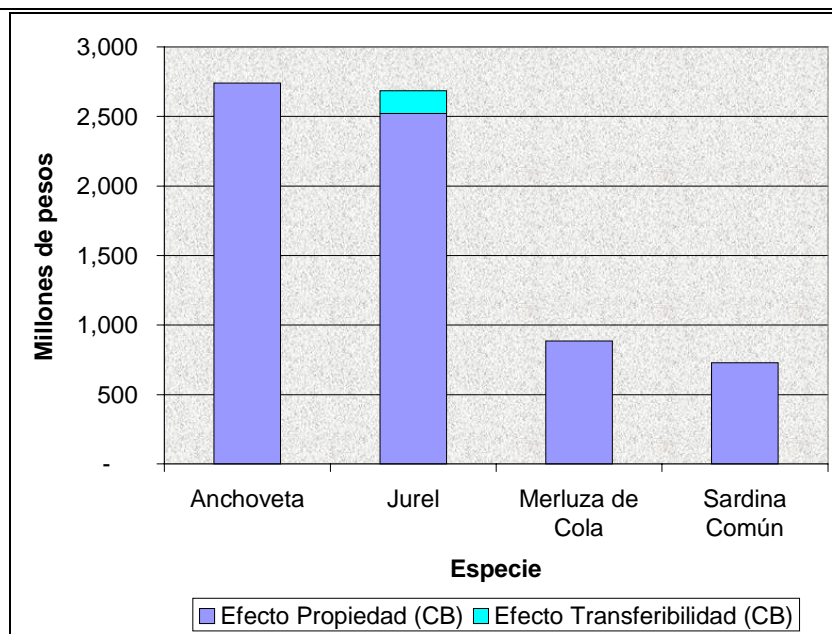


Figura 7.a

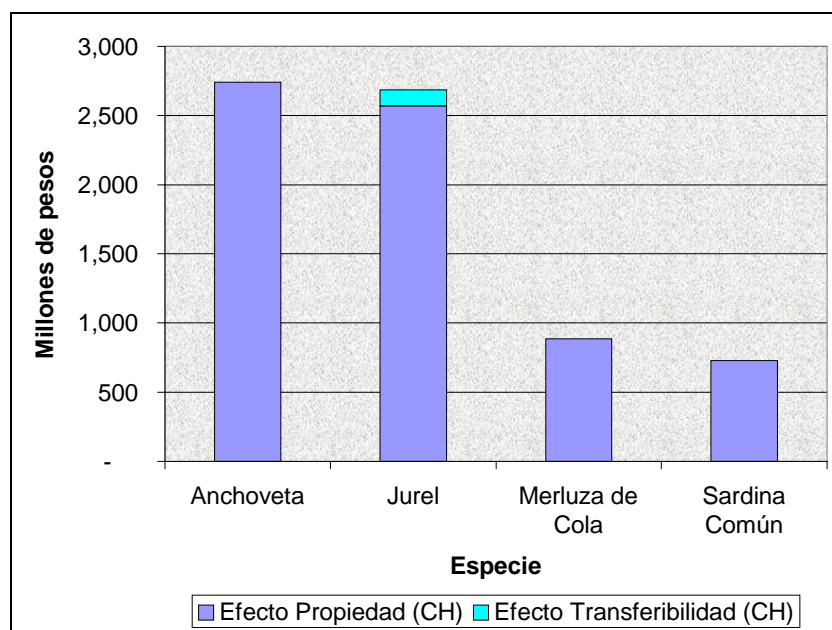


Figura 7.b

Figura 7: Aumento de Excedentes por Pesca. a) Asignación inicial según CB.
 b) Asignación inicial según capturas históricas.
 Fuente: Elaboración propia