

EFFECTOS DE LARGO PLAZO DE INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN PESQUERA: CASO DE LA PESQUERÍA DEL JUREL *TRACHURUS MURPHYI* (NICHOLS, 1920) EN LA ZONA CENTRO SUR DE CHILE

Rocío Tijaro-Rojas¹ y Hugo Salgado-Cabrera²

1 Universidad Arturo Prat, Departamento de Ingeniería, Iquique, Chile. E-mail: rtijaro@unap.cl

2 Universidad de Concepción, Departamento de Economía, Concepción, Chile. E-mail: husalgad@udec.cl

RESUMEN

La pesquería del jurel *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920) concentra cerca del 90% de las capturas del Pacífico Sur Oriental de Chile, siendo la Zona Centro Sur la que presenta las mayores abundancias de este recurso. El objetivo de este estudio es evaluar cuál de los sistemas de regulación pesquera resulta más eficiente para esta pesquería desde un enfoque bioeconómico. Con base en datos reales de captura y esfuerzo de pesca, se simuló el comportamiento de la población de *T. murphyi* y la flota a través del tiempo bajo tres escenarios de regulación: acceso abierto, captura total permisible y cuotas individuales transferibles. Las ecuaciones del modelo representaron el comportamiento de la población y de la entrada y salida de embarcaciones de la pesquería en el tiempo. Los resultados indicaron que al operar la pesquería en acceso abierto los niveles de biomasa y beneficios económicos disminuyeron, al mismo tiempo que aumentó el número de embarcaciones en operación (principalmente pequeñas y medianas). El escenario que estableció la captura total permisible mostró que los niveles de biomasa aumentaron y se mantuvieron en el tiempo, mientras que el tamaño de la flota (embarcaciones medianas y grandes) disminuyó. Bajo el escenario de cuotas individuales transferibles, la población se comportó de manera similar a la medida de manejo anterior, contrastando con diferencias significativas en la flota, tanto en tamaño (reducción de sólo un 10% de la flota inicial), como en estructura (quedando en operación únicamente las embarcaciones grandes) y los beneficios económicos generados (máximos bajo este esquema). Se concluye que desde el punto de vista de modelación bioeconómica, las cuotas individuales transferibles representaron el mejor escenario de manejo pesquero para la pesquería del jurel del Pacífico Sur.

PALABRAS CLAVE: Administración pesquera, Simulación pesquera, Jurel del Pacífico Sur, Chile.

ABSTRACT

Long-term effects of regulatory fishing instruments: the Pacific Jack Mackerel case (*Trachurus murphyi*) in the central southern Chile. Chilean Pacific jack mackerel (Nichols, 1920) fishery yields about 90% of the Eastern South Pacific catch. The Southern Central region is the one that concentrates the major abundance of this resource. The objective of this study is to test which of the regulation fishery systems is the most efficient



for this fishery from a bioeconomic approach. Based on catch and effort data, the behaviour of the *T. murphy* stock and the fishing fleet was simulated over time under three regulatory scenarios: open access, total allowable catch and individual transferable quotas. The behaviour of the fish stock, and the dynamics of fishing vessels coming in and going out over time from the fishery, were represented by equations of the model. The results indicate that when the fishery operates in open access, the biomass and economics benefit diminished, whereas the number of fishing vessels increased (mostly small and middle-sized ones). Upon imposing the total allowable catch, biomass increased and maintained over time, while the size fleet decreased (middle-sized and large vessels). Within the individual transferable quotas view, the fish stock behaves in a similar way to the total allowable catch measure. However, significant differences in terms of fleet size (reduction of only 10% of the initial size), as well as structure (remaining only large vessels in operation) and economic profits obtained (maximum in this regulation), arise from this framework modelling. In conclusion, from the fishery bioeconomic point of view the individual transferable quotas was the best management scenario for the Southern Pacific Jack Mackerel.

KEY WORDS: Fishery management, Fishery simulation, Southern Pacific Jack Mackerel, Chile.

INTRODUCCIÓN

Las pesquerías pelágicas son para Chile una de las actividades económicas de mayor importancia, ya que la mayor parte de sus capturas (95%) son destinadas a la producción de harina de pescado (Sernapesca, 1995; Subpesca, 2005a). Este producto coloca al país como uno de los principales oferentes mundiales (FAO, 2005), concentrando cerca del 90% del total de jurel desembarcado en toda la cuenca del Pacífico Sur Oriental y más del 94% en la Zona Centro Sur (Bernal *et al.*, 1999). Los niveles históricos de capturas de jurel en la zona fueron ascendentes desde 1975 hasta 1995, año en el que se registró la máxima (4.4 millones de toneladas) (Subpesca, 2005a). Posterior a este periodo, se observó una disminución en las capturas debido a la sobre-explotación, lo que no sólo ocasionó el declive de la población de la especie, sino también una crisis laboral en el sector (CENDA, 2001).

En el ámbito mundial, en las pesquerías que empiezan a mostrar evidencia de sobreexplotación se han aplicado diferentes medidas regulatorias, iniciando comúnmente con restricciones de tipo técnico y de control de insumos tendientes a controlar el esfuerzo y la producción (Clark, 1985; Conrad, 1995; Arnason, 1999; Anderson, 2000). Debido a que los resultados de estas medidas no fueron satisfactorios desde el punto de vista bioeconómico, se han tomado ulteriormente medidas que incorporan el uso de instrumentos económicos como las cuotas individuales transferibles (OECD, 1997). Esta misma secuencia se vislumbra en Chile desde el primer Estatuto de Leyes Civiles (1855) hasta la legislación más reciente (Ley 18.892/1991 y sus modificaciones). Aplicándose derechos de captura, restricciones de acceso (basadas en la nacionalidad, el área territorial explotada, el número y capacidad de los barcos, vedas biológicas y reproductivas) y límites máximos de captura por armador (LMCPA) (Peña y Núñez, 1994; Salgado y Aliaga, 2002; Flores, 2003) con el fin de alcanzar los niveles de explotación óptimos.

Al momento de iniciar este trabajo se discutía en Chile cuál era el instrumento más efectivo y eficiente para la regulación de las diferentes pesquerías. Basado en datos reales, este estudio intenta predecir el comportamiento a largo plazo de la pesquería del jurel *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920) de la Zona Centro Sur del país, bajo tres alternativas de manejo pesquero. Los escenarios a analizar son: acceso abierto (AA), captura total permisible (CTP) y cuotas individuales transferibles (CIT). Las variables indicativas de eficiencia biológica y económico-privada son: biomasa y beneficios económicos de corto y largo plazo.

La teoría indica que bajo acceso abierto disminuyen las poblaciones de peces (Gordon, 1954; Hardin, 1968), que las cuotas globales de captura no son económicamente eficientes (Morgan, 1997; Salgado y Aliaga, 2002) y que la mejor opción resulta el sistema de Cuotas Individuales Transferibles, sin embargo también existen críticas a estas últimas, orientadas hacia la asignación inicial, inequidad y desempleo inducido, entre otras (Copes, 1986; Grafton, 1996; Peña, 2002). Este trabajo desarrolla un modelo que simula el comportamiento durante 50 años de la pesquería del jurel en la Zona Centro Sur de Chile. Las hipótesis plantean que tanto la biomasa como la flota sufren variaciones importantes bajo los diferentes esquemas regulatorios y que la mayor eficiencia biológica y económica resulta al aplicar CIT a la pesquería en cuestión.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a la Zona Centro Sur de Chile. Esta una unidad pesquera administrativa abarca el área marítima comprendida entre los límites 32°10' LS (Punta Molles, V Región) y 41°00' LS (Bahía San Pedro, X Región), hacia el oeste en algunos lugares sobrepasa las 200 millas náuticas de la costa (Subpesca, 2000) (Figura 1). El principal foco de distribución del recurso jurel en la zona se encuentra entre los 37° y 40° LS que corresponden a la zona que va desde Talcahuano hasta Valdivia (IFOP, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

Por considerarse el año 1995 como un periodo con características normales (ausencia del evento El Niño y vedas), y el mayor registro de desembarques; la base de datos correspondiente (proporcionada por la Subsecretaría de Pesca de Chile) se utilizó para estimar los parámetros del modelo. Los coeficientes correspondientes a las variables captura (H) y esfuerzo (V) se construyeron con datos de toneladas desembarcadas por viaje de pesca y número promedio de viajes, respectivamente. Las capturas del jurel (*T. murphyi*) durante el año 1995 fueron realizadas por 175 barcos de 25 empresas que operaron en el área de estudio. La flota se clasificó en ocho categorías de embarcaciones

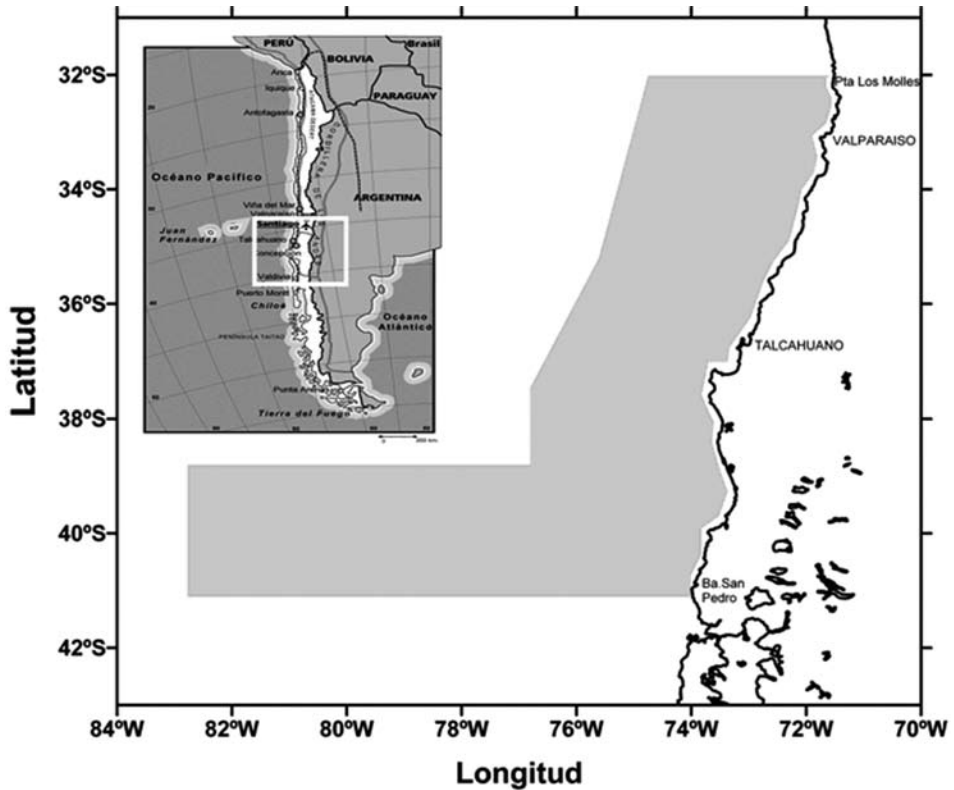


Figura 1. Área de Estudio: Zona Centro Sur de Chile. El rectángulo insertado en la esquina superior izquierda señala la ubicación de la zona de estudio en el Pacífico Chileno.

distintas, según capacidad de bodega (m^3), asumiendo que ésta captura una sola especie (jurel), la cual representa el 92% de las capturas totales durante el periodo de estudio. Los antecedentes biológicos para construir las variables de estado, tales como biomasa, tasa intrínseca de crecimiento de la especie y capacidad de carga del medio se tomaron del trabajo publicado en 1997 por Cerda *et al.* para la misma pesquería. La información descriptiva se presenta en la Tabla 1.

Este trabajo ajusta un modelo general (Anderson, 2000) aplicando restricciones adicionales que reflejan características particulares de la regulación en el caso de estudio. Dicho modelo se basa en dos ecuaciones discretas de comportamiento de la biomasa y de la flota por tipo de embarcación, en cada momento del tiempo. Cada una de ellas es afectada a su vez -mediante la captura- por el sistema de regulación establecido, a través de la siguiente relación:

$$X_t = X_t(X_{t-1}, G(X_t), H_{ij})$$

$$\Delta B_{ij} = \Delta B_{ij} [\prod_{ij} (P, H_{ij}, C_i)]$$

Tabla 1. Tabla resumen de valores de parámetros y variables utilizados

Clase de barco (i)	Capacidad de Bodega (m ³)	No. de barcos (inicio)	CMg _i Promedio	c _i	Coeficientes Función de Captura Estimada		Variable	Valor inicial
1	100-300	27	13,70	1103	β1	66433,84	Biomasa	19.228.075 t
2	301-400	27	8,93	1392	β2	92,701	Tasa de crecimiento jurel (r)	0.515 año ⁻¹
3	401-500	18	7,93	1602	β3	-16466,64	Capacidad de carga (K)	27.363.200 t/año
4	501-600	17	7,47	1853	β4	-0,038543	Alfa (α)	0.00068
5	601-700	27	7,15	2067	β5	0,415616	Coef. proporción biomasa (n)	0.18
6	701-900	23	6,92	2384			Precio (promedio / t en 1995)	48 USD/t
7	901-1100	26	6,63	2872			Costo de oportunidad del capital (s)	0,087
8	> 1100	11	5,66	3421				

Fuente: Elaboración propia

donde, X representa el tamaño de la población, $G(X)$ el crecimiento de la población, H el nivel de capturas, P el precio por unidad de captura, C los costos incurridos, B el número de barcos en operación en cada categoría y los subíndices i , j y t representan los tipos de barcos de la flota, el sistema de regulación y el tiempo, respectivamente. Las funciones que alimentan el modelo se describen a continuación.

El nivel de población (Ecuación 1) se encuentra definido por la ecuación diferencial discreta utilizada por Hilborn y Walters (Cerda *et al.*, 1997) y el crecimiento de ésta (Ecuación 2) se asume igual al modelado por Schaefer (1954) en Anderson (2000):

$$X_{t+1} = X_t + G(X_t) - \sum_{i=1}^8 (B_{ij} H_{ij}^*) \quad (1)$$

$$G(X_t) = rX_t \left(1 - \frac{X_t}{K} \right) \quad (2)$$

donde r constituye la tasa de crecimiento intrínseco de la especie y K la capacidad de carga del sistema, cuyos valores se obtienen del trabajo realizado por Cerda *et al.* (1997) (Tabla 1).

Se infiere que las empresas suelen tomar decisiones de operación de la flota según los beneficios obtenidos en el periodo anterior. Por lo tanto bajo cada regulación, las embarcaciones siguen actuando o no en un instante determinado, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta B_{ij} &= \alpha_s \times \Pi_{ij} \quad \text{si } \Pi_{ij} < 0 ; i = 1 \text{ a } 8 ; j = 1 \text{ a } 3 ; t = 0 \text{ a } 50 \\ \Delta B_{ij} &= \alpha_e \times \Pi_{ij} \quad \text{si } \Pi_{ij} > 0 \text{ y } \Pi_{ij} = \text{Max} (\Pi_{ij}) ; i = 1 \text{ a } 8 ; j = 1 \text{ a } 3 ; t = 0 \text{ a } 50 \quad (3) \\ \Delta B_{ij} &= 0 \quad \text{si } \Pi_{ij} > 0 \text{ y } \Pi_{ij} < \text{Max} (\Pi_{ij}) ; i = 1 \text{ a } 8 ; j = 1 \text{ a } 3 ; t = 0 \text{ a } 50 \end{aligned}$$

donde ΔB_{ij} es la variación en el número de barcos tipo i en el período t bajo la regulación j y α_e y α_s son parámetros que representan las tasas de entrada/salida de embarcaciones a la pesquería, indicando qué tan sensible es el movimiento de la flota a los beneficios o pérdidas obtenidas (Smith, 1968). Considerando el alto grado de integración existente en la pesquería, es posible señalar que el beneficio marginal de captura de una empresa, corresponde a los beneficios que puede obtener a través del procesamiento y posterior venta de los desembarques (Salgado y Aliaga, 2002). De esta forma los beneficios privados en el largo plazo quedan representados por:

$$\Pi_{ij} = \sum_i B_{ij} (PH_{ij}^* - CT_i) \quad (4)$$

donde: Π_{ij} = beneficios promedio que obtiene una clase de barco i ; H_{ij}^* = captura óptima promedio por tipo de barco i ; P = precio promedio anual del producto; CT_i = costos totales promedios por tipo de embarcación i y B_{ij} = número de embarcaciones operando durante t bajo la regulación j . En la Ecuación 4 se observa que los beneficios se ven afectados por el tipo de regulación existente a través de la captura. Por lo tanto, esta ecuación representa los beneficios de largo plazo (incluyendo el costo del capital) por tipo de barco, al obtener la captura óptima bajo cada esquema de regulación.

Utilizando los datos de esta pesquería durante 1995 (Sernapesca, 1995), se realiza una regresión de los datos de captura y esfuerzo con el fin de hallar la relación existente entre el nivel de esfuerzo aplicado por una embarcación de cada tipo y el nivel de capturas posibles de obtener. Así, se obtiene que la forma funcional que más se ajusta a la pesquería es la tipo tras-logarítmica parsimoniosa modificada (Peña y Basch, 2000), (Ecuación. 5):

$$\hat{H}_{ij} = \beta_1 + \beta_2 CB_i + \beta_3 \ln CB_i + \beta_4 CB_i^2 + \beta_5 CB_i V_{it} \quad (5)$$

donde CB es la capacidad de bodega promedio por tipo de barco (m^3), \hat{H} simboliza las capturas estimadas anuales (ton) y V representa el esfuerzo aplicado, medido en número promedio de viajes.

Dado que las embarcaciones operarían sólo si el precio por las capturas es superior a su costo marginal, se consideró que si esto ocurría capturarían el valor promedio anual observado. Con la Ecuación 5 se determinó el nivel de esfuerzo necesario para lograr dicho nivel de capturas, lo que determina sus costos variables de captura. Para incorporar el efecto que la biomasa podía tener sobre el nivel de capturas, se consideró que las capturas por unidad de esfuerzo eran proporcionales al nivel de

biomasa (Ecuación 6), lo cual es consistente con la función de rendimiento de Schaefer (1954). Así la función de oferta de capturas, en función del nivel de biomasa existente, quedó determinada por:

$$H_{it} = \begin{cases} (\bar{H}_{it} / X_o) X_t & \text{si } P > CMg_i \\ 0 & \text{si } P \leq CMg_i \end{cases} \quad (6)$$

\bar{H}_i y X_o corresponden al nivel de captura promedio por categoría y de biomasa, respectivamente.

Los costos se descomponen en variables y fijos. Asumiendo que los costos variables están directamente relacionados con el esfuerzo ejercido para la captura y los costos fijos representan los incurridos por el pago de una patente anual y un costo de oportunidad del capital, la ecuación de costos resultante es:

$$CT_i = c_v V_i + (sW_i + G_i) \quad (7)$$

donde: c_v = costo por unidad de esfuerzo; s = tasa de costo de oportunidad; W_i = Valor de la embarcación; G_i = Gasto en patente para la embarcación (Ley No. 19.713 y No. 19.849 según el Tonelaje de Registro Grueso (TRG) de la nave) y V_i se obtiene despejándolo de (5). Reemplazando V_i en (7) y derivando con relación a H , se obtienen los costos marginales, que representan el aumento en el costo total que se origina al producir una unidad adicional (Nicholson, 2004).

Para desarrollar el marco teórico de los distintos sistemas de regulación, se asume en adelante, que existe una empresa que debe decidir cuanto capturar cada año, descrito por la variable H_{it} . Esta empresa presenta costos marginales positivos y constantes; y su objetivo de captura lo constituye únicamente la especie jurel *Trachurus murphyi* (Nichols, 1920), la cual representa mas del 95% de la captura obtenida. Las capturas se convierten casi en su totalidad en harina de pescado, la cual entrega beneficios netos de procesamiento de P por tonelada que se asume exógeno y constante durante todo el período de análisis.

Con valores iniciales para biomasa y esfuerzo pesquero y con las constantes requeridas P , r , K , α_e y α_s (Tabla 1) se simula el comportamiento en el tiempo de la captura, los costos y los beneficios, sujetas a diferentes restricciones según cada regulación, esto con el fin de conocer el efecto de las distintas regulaciones sobre el tamaño de población y el tamaño y estructura de la flota. Los coeficientes α_e y α_s son iguales en magnitud pero de signos contrarios y se toman igual a 0.0068, tal como Anderson (2000) lo indica, al no tener información para construirlo.

Bajo acceso abierto (AA), las empresas no tienen restricción sobre las capturas, operando en su función de oferta (captura) determinada en la Ecuación 6. Con este escenario la pesquería deberá alcanzar el equilibrio de largo plazo cuando se cumpla la condición de beneficio cero. Los beneficios por tipo de embarcación serán:

$$\Pi_i^*(aa) = PH_{ii}^*(aa) - CT_i \quad (8)$$

donde la captura bajo libre acceso, $H_{ii}^*(aa)$, viene dada por la Ecuación (6) y la de costos totales por (7).

La captura total permisible (CTP) se establece como una proporción de la biomasa estimada:

$$CTP_t = nX_t \quad (9)$$

siendo, n un parámetro positivo que representa el porcentaje de biomasa estimada que se utilizará para fijar la CTP. Los porcentajes de biomasa estimada que fijan la cuota global oscilan entre 9 y 15%. Estos dependen de la mortalidad por pesca de la biomasa desovante calculada durante cada año (Subpesca, 2006). En este trabajo se establece un porcentaje promedio de $n = 0.12$. El equilibrio de largo plazo bajo este esquema de regulación se obtendrá cuando el nivel de capturas dado por la Ecuación (9) iguale al nivel de crecimiento de la población, dado por la Ecuación 2. Al implementar esta regulación se fija una captura máxima anual que debe obtenerse entre el total de embarcaciones de todos los tipos participantes en la pesquería, como se muestra a continuación:

$$H_{ii}^*(CTP) = \begin{cases} \frac{H_{ii}^*(aa)}{\sum_i B_{ii} H_{ii}^*(aa)} CTP & \text{si } \sum_i B_{ii} H_{ii}^*(aa) > CTP \quad i=1, \dots, 8 \\ H_{ii}^*(aa) & \sum_i B_{ii} H_{ii}^*(aa) < CTP \quad i=1, \dots, 8 \end{cases} \quad (10)$$

La primera condición muestra que, si la oferta agregada es mayor que la CTP establecida, la captura de una embarcación tipo i está dada por la participación en la CTP que se hubiera obtenido bajo libre acceso. La segunda, ocurre cuando el CTP es mayor a la capacidad anual de la flota; por lo tanto, no estará restringiendo las capturas y la flota operará igual que bajo acceso abierto. Tomando como base la Ecuación (10) se ajustan las funciones de costos y beneficios.

Las CIT con mercado perfecto de derechos de captura anuales, buscan distribuir la CTP entre las distintas embarcaciones en operación, intentando generar un mercado para los derechos anuales de captura. En este caso, una CIT es un derecho permanente de capturar un porcentaje de la CTP anual, el cual se transforma en toneladas a capturar, una vez establecida la CTP en cada período. Son estos derechos anuales de captura los que se asumen pueden ser transados, evitando las consideraciones de transar los derechos permanentes sobre la CTP (Anderson, 2000). Así, las CIT pueden ser vistas como complemento de las CTP para alcanzar eficiencia económica. Inicialmente se asignan cuotas anuales a las empresas (Q_{it}), como porcentajes de la CTP basados en las capturas históricas de éstas. Para los barcos tipo i esta será:

$$\%Q_{it} = \frac{H_{ii-1}}{\sum B_{ii-1} H_{ii-1}} \quad (11)$$

Los propietarios reciben las cuotas transformadas en Derechos de Captura Anual (DCA), los cuales pueden ser transferibles. Esto con el fin de: a) diferenciar los beneficios obtenidos por la operación de las embarcaciones de la renta obtenida por la propiedad de los DCA, y b) que el precio de las CIT refleje los beneficios anuales y no beneficios de largo plazo que involucren expectativas futuras sobre las capturas, costos y beneficios de la pesquería. De un análisis oferta–demanda se obtiene el precio equivalente a los costos marginales de captura (P_{HS}), y el precio de alquiler de equilibrio anual obtenido en el mercado para los derechos de captura (P_{DCA}), que es la diferencia entre los beneficios marginales de procesamiento (P) y el precio P_{HS} . Dado que la función de costos marginales de cada tipo de embarcación es constante, la función de oferta agregada presentará una forma escalonada y las embarcaciones operarán en la pesquería sólo si $P_{HS} > CMg$, de la forma presentada en la Ecuación 6. Así, los beneficios de largo plazo de operación de una embarcación del tipo i serán ajustados por la Ecuación (11).

Como además existe un beneficio obtenido a través de la propiedad de los DCA, el retorno total obtenido por las empresas que operan con este sistema será:

$$\text{Retorno total } (i) = \Pi_i(\text{CIT}) + P_{DCA} * Q_i \quad (12)$$

donde Q_i representa las CIT asignadas a la embarcación.

RESULTADOS

Introduciendo al modelo como valores iniciales los datos reportados para la pesquería en 1995, se simula lo que podría ocurrir en 50 años con el tamaño de la población, tamaño y estructura de la flota y beneficios a corto y largo plazo, si los barcos operaran bajo AA, CTP o CIT. Los principales resultados obtenidos en el procedimiento de simulación se presentan en las Tablas 2 y 3. Con relación a los efectos sobre la población y la flota, la Tabla 2 muestra que bajo AA la biomasa de jurel disminuye desde 19 228 075 t hasta 15 368 014 t (debido a que la condición inicial se encontraba en el camino al equilibrio de libre acceso). Bajo CTP y CIT la biomasa converge a un tamaño mayor que en AA (20 987 309 t), dado que en este punto se igualan las ecuaciones (2) y (9). Por otro

Tabla 2. Resultados de simulación para biomasa y tamaño y estructura de flota y beneficios a corto y largo plazo de la pesquería del jurel en la ZCS de Chile

Sistema de Manejo	Equilibrios Finales				
	Biomasa (ton)	Flota (No. barcos)	Tipo de Barco (CB promedio)	Beneficios CP (USD)	Beneficios LP (USD)
AA	15 368 014	189	550	19 238 971	0
CTP	20 987 309	137	550	13 965 435	0
CIT	20 987 309	11	1200	32 457 591	24 913 173

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Composición de la flota por clase de embarcaciones bajo Acceso Abierto (AA), Captura Total Permissible (CTP) y Cuotas Individuales Transferibles (CIT)

Acceso Abierto								
Tipo de Barco	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Año								
1994	27	27	18	17	27	23	26	11
2002	0	0	0	212	12	0	0	0
2050	0	0	0	189	0	0	0	0
Captura Total Permissible								
1994	27	27	18	17	27	23	26	11
2002	0	0	0	19	80	0	0	0
2050	0	0	0	137	0	0	0	0
Cuotas Individuales Transferibles								
1994	27	27	18	17	27	23	26	11
2002	0	0	0	0	0	0	0	11
2050	0	0	0	0	0	0	0	11

Fuente: Elaboración propia

lado, ocurre lo contrario con el número de barcos en operación, el que aumenta de 176 a 189 en AA, mientras disminuye en CTP y CIT a 137 y 11, respectivamente. También se puede observar que con el mismo tamaño de biomasa en CTP y CIT, el número de barcos que componen la flota en CIT es considerablemente menor que en CTP.

De otra parte, y tomando como referencia la Tabla 2, en AA se obtienen menores beneficios de corto y largo plazo (USD 19 238 971 y USD 0, respectivamente) que bajo CIT. Sólo cuando se aplica CTP a la pesquería se obtienen beneficios de corto plazo mayores que los de AA. Sin embargo, bajo CIT ambos beneficios van aumentando a medida que van saliendo embarcaciones de la flota, hasta converger a USD 32 457 591 los de corto plazo y a USD 24 319 173 los de largo plazo, siendo considerablemente mayores a los alcanzados bajo los sistemas de regulación alternativos.

Con relación a los efectos de las distintas regulaciones sobre la estructura de la flota, la simulación refleja que, por un periodo de 10 años, en el AA operan embarcaciones desde el tipo 2 hasta el tipo 5 (300-700 m³ de capacidad de bodega). Sin embargo, pasado este tiempo la captura de jurel, la realizarían sólo los barcos tipo 4 (500-600 m³), al ser estos los que obtienen los mayores beneficios (Tabla 3 y Figura 2). Bajo CTP se retiran desde el inicio los barcos tipo 1 al 3 y 6 al 8, faenando únicamente las embarcaciones tipos 4 y 5 debido a que el volumen de capturas asignadas no les permite cubrir los costos fijos de operación. Pasados 15 años, al igual que en el equilibrio de AA, la flota queda compuesta sólo por barcos tipo 4, en menor número que en AA y con menores capturas, por lo que obtienen menores beneficios de corto plazo (Tabla 3 y Figura 2). Las CIT

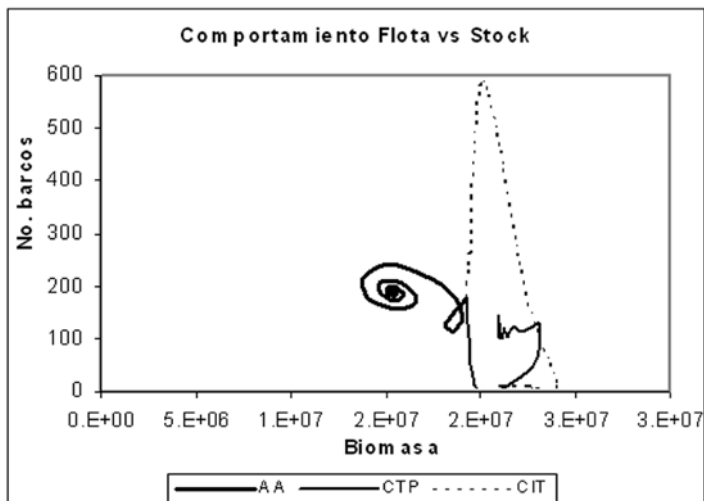


Figura 2. Variación simultánea de la biomasa y el tamaño de la flota en el tiempo bajo Acceso Abierto (AA), Captura Total Permisible (CTP) y Cuotas Individuales Transferibles (CIT).

son más restrictivas desde el inicio con las embarcaciones menores de 900 m³ (tipos 1 al 6) y en menos de 5 años salen las embarcaciones tipo 7 (901-1100 m³) quedando la flota constituida exclusivamente por barcos mayores de 1100 m³ de capacidad de bodega (Tabla 2). Por último se observa que los beneficios de corto y largo plazo se incrementan notoria y rápidamente con el sistema de cuotas individuales transferibles.

DISCUSIÓN

Los resultados anteriores muestran que bajo libre acceso el nivel de biomasa disminuye en aproximadamente 20% y opera el mayor número de barcos con la menor capacidad de bodega (CB), confirmando la sobre-inversión tecnológica, sobre-explotación del recurso y la anulación de beneficios de largo plazo, citado desde 1954 y 1968 por Gordon y Hardin, respectivamente; y más recientemente por varios autores (Clark, 1985; Conrad, 1995; 1999; Ward y Keithly, 1999; Peña y Basch, 2000; Salgado y Aliaga 2002; Flores, 2003; entre otros). Al aplicar un sistema de CTP, el tamaño de la flota disminuye y permanecen en operación embarcaciones con CB intermedias las que tampoco alcanzan los máximos beneficios de largo plazo. Al aplicar CIT la flota se reduce significativamente (de 176 a 11 barcos) y concentra las capturas en las embarcaciones más grandes (1100 a 1700 m³ de CB). Esto corrobora lo encontrado para el corto plazo por Anderson (2000) y Salgado (2001) y lo visto en la práctica a la fecha en muchas empresas extractoras (Subpesca, 2005; 2005a), subrayado en Subpesca (2005a) cuando indica que el crecimiento de la flota de la Zona Centro Sur se frena en los últimos 3 años con una disminución en el número de naves operativas, privilegiando la permanencia de las de

mayor capacidad de bodega y menores costos de mantenimiento (Figura 3). La Figura 2 muestra la evolución simultánea de la biomasa y la flota en el tiempo, observándose los puntos de convergencia de estas dos variables en los tres sistemas analizados por el modelo. En este gráfico se observa con mayor claridad cuál sistema sería el indicado para establecer políticas de largo plazo, según los objetivos que se quieran alcanzar.

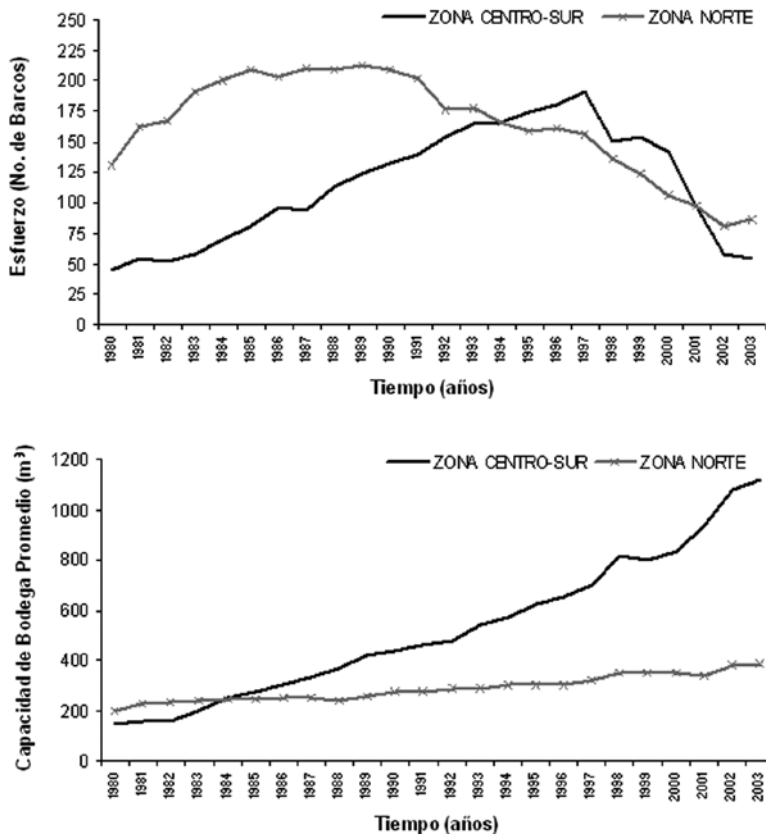


Figura 3. Evolución de la flota de la pesquería zona Norte (I-II Región) y Centro-Sur (V-X Región) entre 1980-2003, representando el número de barcos y la Capacidad de Bodega (CB) promedio (Fuente: Subpesca, 2005).

El instrumento de regulación actualmente aplicado a la pesquería en cuestión (límite máximo de captura por armador), consiste en distribuir anualmente la cuota global de captura asignada al sector industrial, entre los armadores que tengan naves con autorización de pesca vigente para desarrollar actividades pesqueras extractivas en ella (Ley 19713/2001). Este mecanismo representa una cuota individual por empresa con opciones de transferibilidad parcial (Peña, 2002) que, efectivamente, ha generado cambios importantes tanto en los niveles de captura como en la flota y los beneficios que se obtienen de su operación. Actualmente las capturas de jurel se concentran entre abril y

agosto, período donde tradicionalmente se aplicaba el mayor esfuerzo y se registraban los mayores índices de desempeño operacional de la flota (Subpesca, 2005a). Los niveles de captura son menores en los últimos dos años respecto del promedio (1997-2003) lo que, según los estudios realizados por la autoridad pesquera, se relaciona directamente al nivel de la cuota asignada y no a una menor eficiencia de pesca de las embarcaciones. Otro cambio importante lo constituye el número de embarcaciones presentes en la pesquería y la capacidad de éstas, ya que han presentado mejores rendimientos y utilización de bodega, como resultado de una reducción proporcionalmente mayor del esfuerzo de pesca (número de viajes) y la salida de la pesquería de un importante número de barcos, quedando en operación los más grandes y eficientes (Subpesca, 2005a). Estos argumentos demuestran que con CIT se puede lograr tanto el objetivo biológico como el económico privado. Si, adicionalmente, se quisiera determinar la regulación óptima a nivel social, se deberían incluir algunas variables relevantes que midan el nivel de empleo y la distribución de ingresos, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, L. 2000. The effects of ITQ implementation: A dynamic approach. *Nat. Resour. Mod.*, 13(4): 435-470.
- Arnason, R. 1999. Property rights as a mean of economic organization, Paper presented in Fish Rights 1999 Conference, Fremantle, Western Australia, November 11th-19th.
- Bernal, A., D. Oliva, B. Aliaga y C. Morales. 1999. New regulations in Chilean fisheries and aquaculture: ITQ's and territorial user's rights. *Ocean. Coast. Manage.*, (42):119-142.
- Clark, C. 1985. *Bioeconomic modeling and fisheries management*. Wiley, New York. 354 p.
- CENDA, 2001. La crisis pesquera en la región del Bío Bío: El deterioro en las condiciones laborales y de Salud de los trabajadores. Centro de Estudios Nacionales de Desarrollo Alternativo, Departamento de Economía y Medio Ambiente. Santiago, Chile. 61 p.
- Cerda, A., B. Aliaga, E. Bobenrieth, J. Dresdner, R. Quiñones, A. Sepúlveda, M. Gálvez, y 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. 218 p.
- Conrad, J.M. 1995. Bioeconomic models of the fishery. 405-432. En: Bromley, D.W. (Ed.), *The Handbook of Environmental Economics*, Oxford.
- Conrad, J.M. 1999. *Resource economics*. Cambridge University Press, Cambridge. 213p.
- Copes, P. 1986. A Critical Review of the Individual Quota as a Device in Fisheries Management. *Land. Econ.*, 62(3):278-291.
- FAO. 2005. Review of the state of world marine fishery resources. Rome, Italy. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (457):130-143 p.
- Flores, V. 2003. Política pesquera chilena: Análisis de instrumentos de regulación en la Ley de Pesca. Tesis, Dpto. Economía Agraria. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 271 p.
- Grafton, R.Q. 1996. Experiences with individual transferable quotas: An overview. *Canadian Journal of Economics / Rev. Can. Econ.* (29), Special Issue: Part 1 (Apr., 1996), pp. S135-S138



- Gordon, H. S. 1954. The economic theory of a common-property resource: the fishery. *J. Polit. Econ.*, (62):124-142.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of commons. *Science*, (162):1243-1248.
- IFOP. 2006. Información pesquera. Recursos pesqueros: Jurel. Instituto de Fomento Pesquero. Septiembre 19 de 2007. www.ifop.cl.
- Morgan, G. 1997. Individual quota management in fisheries - Methodologies for determining catch quotas and initial quota allocation. Rome, Italy. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (371): 41p.
- Nicholson, W. 2004. *Teoría microeconómica: Principios básicos y ampliaciones*. 8ª Ed. Thomson, Madrid. 784 p.
- OECD. 1997. *Towards sustainable fisheries: Economic aspects of the management of living marine resources*. ch.4, Paris. 268p.
- Peña, J. 2002. Debates por cuotas individuales transferibles: ¿"Privatizando" el mar? ¿Subsidios? O ¿Muerte anunciada de la pesca extractiva en Chile?. *Estudios Públicos*, 86 (Mayo):183-222.
- Peña-Torres, J. y M. Basch. 2000. Harvesting in a pelagic fishery: The case of northern Chile. *Annals of Operations Research*, 94:295-320.
- Peña-Torres, J. y J. Núñez. 1994. On the regulation of marine industrial fisheries: the case of Chile. *Estudios de Economía*, 21(1):125-162.
- Salgado, H. 2001. Simulación de los efectos de cuotas individuales sobre la pesquería de jurel en la Zona Centro Sur de Chile. Tesis Magister en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, Universidad de Concepción, Chile. 183p.
- Salgado, H. y B. Aliaga. 2002. Simulación de CIT en la pesquería del jurel en Chile. *Cuadernos de Economía*, 39(116):27-50.
- Sernapesca. 1995. Anuario estadístico de pesca y acuicultura. República de Chile, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Valparaíso, Chile. 188 p.
- Smith, V. 1968. Economics of production from natural resources. *The American Economic Review*, 58: 409-431.
- Subpesca. 2000. Investigación situación pesquería pelágica Zona Centro Sur 1999. Proyecto BIP 20147153-0, ejecutado por IFOP. Valparaíso, Chile. 25 p.
- Subpesca. 2005. Informe técnico (R. Pesq.) No. 103/2005. Cuota global anual de captura de jurel, año 2006. Valparaíso, Chile. 47 p.
- Subpesca. 2005a. Informe Consolidado de pesca y acuicultura 2005. Gobierno de Chile, Subsecretaría de Pesca, Departamento de Análisis Sectorial, Unidad de Estudios. Valparaíso, Chile. 20p.
- Subpesca, 2006. Glosario de términos. Septiembre 19 de 2007. www.subpesca.cl.
- Ward, J. y W. Keithly 1999. Determining the impacts of adopting property rights as a fishery management tool in regulated open access fisheries. En: *FAO Fish. Tech. Pap.* (404/2) Use of Property Rights in Fisheries Management. 2000. Rome, Italy. 217p.

FECHA DE RECEPCIÓN: 26/01/05

FECHA DE ACEPTACIÓN: 23/05/07