

GESTIÓN DE PESQUERÍAS MULTIFLOTA

M.^a Dolores GARZA GIL

I. INTRODUCCIÓN

LA economía pesquera ha experimentado un extraordinario avance en los últimos treinta años. Desde una perspectiva general, esto se puede explicar por el aumento de la preocupación por la conservación de los recursos naturales ante la percepción de la escasez y degradación de éstos. En este contexto, la economía de la pesca presenta dos condicionantes principales: las leyes bioecológicas, que rigen la dinámica de las poblaciones de peces, y las variantes institucionales, que delimitan las reglas de juego de la actividad. Las primeras son esenciales para determinar las funciones de producción y conocer las restricciones biológicas para optimizar las funciones objetivo. Las condiciones institucionales delimitan quién tiene derecho a pescar y bajo qué circunstancias, lo cual es esencial para predecir y conocer la conducta de los agentes económicos implicados y dirigir adecuadamente la regulación. Asimismo, y fundamentalmente tras la aparición de importantes herramientas matemáticas como las ligadas al control óptimo, es posible introducir la variable tiempo en el análisis, permitiendo el tratamiento del recurso como un factor de capital y la consideración de las generaciones futuras. Estos tres factores constituyen los elementos básicos sobre los que se construyen los modelos bioeconómicos pesqueros en los que encuadramos este trabajo.

El desarrollo de modelos pesqueros que utilizan estos avances matemáticos es especialmente fructífero a partir del final de la década de los setenta. Entre ellos, destacamos a nuestros efectos el trabajo de Clark y Munro (1975), quienes formularon las reglas básicas de decisión sobre la inversión/desinversión en el recurso pesquero necesarias para conseguir un equilibrio estacionario eficiente en la pesquería. A partir de esta formalización dinámica básica, se han realizado extensiones relajando algunos supuestos restrictivos o bien incorporando nuevos elementos en el análisis. Estas extensiones se pueden clasificar en cinco grandes grupos: modelos no lineales y no autónomos, pesquerías multiflota, el caso multiespecies, especies migratorias y transfronterizas y, por último, modelos con incertidumbre.

No obstante, a pesar del impulso que ha tomado esta disciplina en los últimos años, siguen existiendo vacíos teóricos y empíricos importantes. Una de las mayores carencias dentro del análisis económico de la pesca se localiza en las pesquerías multiflota, ya que generalmente se ha tratado de forma homogénea a todos los pescadores implicados en la explotación de un mismo recurso pesquero. Entendemos por pesquerías multiflota aquellas en las que existen diferentes tipos de pescadores (que utilizan distintos *inputs* y artes de pesca) compitiendo por la captura de un mismo *stock* de peces. La continuidad en la pesquería de empresas que utilizan diferente tecnología se puede explicar por rigideces institucionales, tradición o motivos de demanda (tamaños y calidades distintas). La inclusión en el análisis de tales diferencias técnicas afecta de forma decisiva a las condiciones de equilibrio que permiten alcanzar y mantener un estado estacionario eficiente tanto del recurso natural como de la actividad pesquera.

Así pues, el objetivo básico de este trabajo consiste en profundizar en el estudio de la gestión de este tipo de pesquerías. Por un lado, se analizan las soluciones pesqueras consideradas óptimas y, por otro, se desarrollan los instrumentos de intervención que permiten corregir los efectos externos asociados a la ausencia de asignaciones eficientes de los derechos de propiedad en pesquerías de este tipo.

Para ello, en el apartado II, se establecerán las condiciones de equilibrio que permitan alcanzar una explotación socialmente óptima del recurso natural. Una vez conocidas dichas condiciones, en el apartado III, se plantearán los mecanismos de regulación precisos que posibiliten el mantenimiento del *stock* y de la actividad pesquera en los niveles correspondientes a lo que se denomina senda temporal óptima. Por último, en el apartado IV, se sintetizan las ideas fundamentales que se derivan del análisis realizado, y se exponen reflexiones y valoraciones relacionadas con el tema de estudio.

II. LAS SOLUCIONES DE EQUILIBRIO

En términos generales, se pretende obtener las condiciones para poder gestionar una pesquería en la que existen dos tipos de flotas comerciales actuando sobre el mismo recurso pesquero. Por supuesto, las conclusiones obtenidas se pueden hacer extensivas a una situación con mayor número de flotas. Así, el planteamiento del problema consiste en la maximización del valor actualizado del flujo de beneficios que obtienen ambas flotas en un

determinado horizonte temporal (función objetivo), teniendo en cuenta la restricción biológica de crecimiento de la población de peces (ecuación estado) y la condición inicial del recurso natural (variable estado).

Respecto a lo que se conoce como esfuerzo pesquero, generalmente los estudios sobre pesquerías se centran en su regulación recogiendo únicamente un *input* (número de buques o número de días de pesca). No obstante, la realidad requiere regular más componentes del esfuerzo, tales como capacidad del barco, potencia o empleo. PlanTEAMOS el problema considerando la variable esfuerzo (E) como una función que depende de un *input* variable (e : número de barcos o de días de pesca) y de un vector de *inputs* fijos $[\bar{K}(t)]$ que recogen las distintas características del capital de cada flota. Hablamos de *inputs* fijos puesto que de forma individual es poco frecuente que un barco cambie sus características técnicas durante un intervalo de tiempo relativamente corto, aunque globalmente en cada flota sí puedan variar de un período a otro. Generalmente, las variables de capital o *inputs* fijos fundamentales en las pesquerías son los siguientes: la capacidad media de la flota $T_i(t)$ medida a través del tonelaje de registro bruto (TRB), su potencia media $C_i(t)$ recogida por la media de los caballos de vapor (CV) de la flota correspondiente y la tripulación media $L_i(t)$ de la flota o capital humano.

Es decir, la función del esfuerzo pesquero ejercido por la flota i podemos definirla de la siguiente manera:

$$E_i(t) = E[e_i(t), \bar{k}_i(t)] \quad \forall i, j \quad Ee_i(t) > 0; E\bar{k}_i(t) > 0$$

$$0 \leq e_i(t) \leq e_{i\max}(t)$$

$$\bar{k}_{i\min}(t) \leq \bar{k}_i(t) \leq \bar{k}_{i\max}(t)$$

$$\bar{k}_i(t) = [T_i(t), C_i(t), L_i(t)]$$

Asumimos perfecta maleabilidad del esfuerzo global, por lo que existe posibilidad de su utilización en actividades alternativas.

En lo que respecta a la función de producción pesquera, ésta dependerá del nivel de esfuerzo ejercido por la flota i en t y del nivel de biomasa en dicho instante $X(t)$:

$$H_i(t) = H[E_i(t), X(t)] \quad H_{E_i} > 0 \quad H_X > 0$$

Como decíamos, el objetivo del gestor será determinar los niveles de cada uno de los *inputs* del esfuerzo pesquero de cada flota que permitan maximizar el valor presente de la corriente de beneficios generada en la pesquería, teniendo en cuenta la dinámica del recurso:

$$\max \int_0^{\infty} \Pi(t) e^{-\delta t} dt$$

$$E_i, E_j$$

$$\text{s.a. } \dot{X} = F[X(t)] - H_i[E[e_i(t), \bar{k}_i(t)], X(t)] - H_j[E[e_j(t), \bar{k}_j(t)], X(t)]$$

$x(0)$ dado

siendo:

$$\Pi(t) = p_i H_i[E[e_i(t), \bar{k}_i(t)], X(t)] - w_i E[e_i(t), \bar{k}_i(t)] + p_j H_j[E[e_j(t), \bar{k}_j(t)], X(t)] - w_j E[e_j(t), \bar{k}_j(t)]$$

en donde \dot{X} representa la variación de la población de peces en cada instante del tiempo, $F(X)$ es la función de crecimiento natural del recurso marino, p_i el precio por unidad de captura de la flota i , w_i el coste por unidad de esfuerzo ejercido por i y δ la tasa social de descuento.

El valor corriente de la función hamiltoniana de este problema viene dado por:

$$H(e_i, e_j, \bar{k}_i, \bar{k}_j, X, t, \mu) = p_i H_i(\cdot) - w_i E(\cdot) + p_j H_j(\cdot) - w_j E(\cdot) + \mu(t) [F(X) - H_i(\cdot) - H_j(\cdot)] \quad [1]$$

donde $\mu(t)$ denota el valor marginal imputado al recurso natural.

De las condiciones necesarias para resolver este problema obtenemos:

$$[p_i - \mu(t)] H_{E_i}^i = w_i \quad [2]$$

$$[p_j - \mu(t)] H_{E_j}^j = w_j \quad [3]$$

$$\dot{\mu} + \mu [F_X - \delta] = -[(p_i - \mu) H_X^i + (p_j - \mu) H_X^j] \quad [4]$$

$$\dot{X} = F(X) - H_i - H_j \quad [5]$$

De las expresiones [2] y [3] se deriva:

$$\frac{p_i H_{E_i}^i - w_i}{H_{E_i}^i} = \frac{p_j H_{E_j}^j - w_j}{H_{E_j}^j} \quad [6]$$

El sistema de ecuaciones [2] - [5] permite determinar el nivel estacionario del *stock* de peces, del esfuerzo de cada flota y del valor marginal del recurso o precio sombra.

Veamos cuál sería la interpretación económica de estas condiciones. Si consideramos el precio sombra del recurso $[\mu(t)]$ como el coste de uso de éste en el instante t , entonces $p_i - \mu(t)$ será el precio neto por unidad de capturas de la flota i en ese instante. Por lo tanto, las condiciones [2] y [3] nos indican que en la trayectoria óptima el ingreso marginal (neto del coste de uso) debe ser igual al coste marginal del esfuerzo ejercido por las flotas i y j , respectivamente. Es decir, estas condiciones re-

presentan la conocida condición de eficiencia económica en la utilización de cualquier recurso escaso: la productividad marginal del esfuerzo debe igualarse al coste real del mismo. Ambas condiciones deben cumplirse simultáneamente si las variables de control optimizan el valor de la función hamiltoniana, lo cual quiere decir que en un equilibrio estacionario es posible la coexistencia de flotas que utilizan diferente tecnología.

Por otro lado, en equilibrio, la relación existente entre el beneficio marginal y la productividad marginal de cada *input* debe ser igual para todos los *inputs* relevantes en el esfuerzo pesquero y para ambas flotas (expresión [6]). Si esta igualdad no se cumpliera, estaríamos ante el caso en el que una de las variables de control (esfuerzo pesquero de una flota) no optimiza el valor del hamiltoniano, lo cual implicaría que la flota correspondiente, salvo alguna excepción (1), en un estado estacionario, no actuaría en la pesquería en cuestión.

La condición [4] nos indica que la tasa a la cual gana valor el recurso por no explotarlo (μ es la tasa de ganancia del *stock* como bien de capital) menos el coste social de no explotarlo ($\delta\mu$), debe compensarse con la productividad total del mismo, entendiendo ésta de dos maneras diferentes: por la contribución del recurso a la obtención de beneficios y por su contribución en la función de crecimiento neto de la población de peces.

Finalmente, la condición [5] se conoce como ecuación estado, y recoge la dinámica de la población de peces. En un estado estable, el crecimiento neto del recurso debe ser nulo ($X = 0$), es decir, la producción total de la pesquería debe compensarse con el crecimiento natural de la población de peces (es lo que se conoce como producción sostenible óptima).

Estas condiciones permiten obtener un equilibrio estacionario eficiente en régimen de único dueño o gestión centralizada del recurso. Sin embargo, la mayoría de las pesquerías mundiales son explotadas en régimen de libre acceso o de propiedad común de los recursos marinos. Ambas situaciones conducen a soluciones ineficientes desde un punto de vista socialmente óptimo, lo cual frecuentemente implica un nivel de esfuerzo demasiado elevado para el nivel de *stock* de peces existente. Estas circunstancias permiten justificar la necesidad de regulación de la actividad pesquera, dirigida a mejorar no solo el nivel de *stock* natural, sino también la eficiencia económica en las pesquerías.

III. POSIBILIDADES DE REGULACIÓN

El paulatino deterioro de los recursos pesqueros producido en las últimas décadas ha propiciado un mayor grado de intensidad en la actividad reguladora de los agentes sociales correspondientes. No obstante, este mayor control sobre las poblaciones de peces generalmente no permite alcanzar soluciones de equilibrio ni incrementar la eficiencia económica en la pesquería en cuestión.

Lo que comenzó siendo una simple restricción a la entrada en las pesquerías se convirtió en un mayor control e intervención de los reguladores. En la mayoría de las pesquerías mundiales, existen reglas bien conocidas por los usuarios (en número limitado) y elaboradas por la autoridad central o por los propios participantes en la explotación (entre otras, dimensiones y características de los aparejos permitidos, cantidades totales a extraer y procedimiento de cambio de las reglas). Este nuevo contexto en el que se desarrolla la actividad pesquera se corresponde con el régimen de propiedad común (Stevenson, 1991). En esta situación, los pescadores participan conjuntamente de un derecho sobre el recurso marino (y, por lo tanto, están interesados en que este activo perdure), lo que significa que son conscientes de los efectos de su actividad y de la de los demás sobre sus propios beneficios (a través del efecto generado sobre el recurso natural), internalizando dichos efectos en su regla de decisión. Pero, a pesar de ello, el equilibrio estacionario se consigue para un nivel de *stock* inferior y para unos niveles de capturas y de esfuerzo pesquero superiores a los correspondientes a una situación óptima o de único dueño (2). La diferencia estriba en que el gestor social maximiza los rendimientos de todas las flotas que operan en la pesquería, otorgando un mayor valor al recurso natural, y el pescador individual, únicamente sus beneficios (descontados en ambos casos al momento inicial).

Por todo ello, el agente regulador debe aplicar mecanismos de regulación que corrijan dicha situación de ineficiencia respecto a la socialmente óptima, mejorando, al mismo tiempo, el estado de las poblaciones de peces. Entre ellos, podemos resaltar los siguientes: los impuestos sobre el nivel de esfuerzo a ejercer por cada flota, las cuotas individuales transferibles y los derechos a ejercer un determinado nivel de esfuerzo para cada flota (generalmente bajo la forma de licencias). Nos detendremos un poco más en los dos últimos, dada la escasa aplicación en la práctica de los impuestos como sistema de gestión de pesquerías (Clark, 1980; Cunningham *et al.*, 1985).

Los niveles eficientes de estos mecanismos, en general, son diferentes para ambas flotas, al considerar en el modelo la distinta tecnología utilizada por cada una de ellas y, en consecuencia, los diferentes efectos generados sobre el recurso natural.

Los impuestos sobre el esfuerzo (τ_e) suponen un incremento en los costes de los pescadores, de tal forma que éstos reducirán su nivel de esfuerzo individual (\bar{e}_i , para todo i y j) hasta alcanzar el correspondiente a una situación de único dueño (siempre y cuando el nivel de impuesto individual sea el óptimo). Entonces, los pescadores introducirán el impuesto en su regla de decisión como si se tratase de un coste adicional en el desarrollo de su actividad:

$$\max \int_0^{\infty} [p_i h_i(\cdot) - w_i E_i - \tau_e \bar{e}_i] e^{-\alpha t} \partial t$$

$$\text{s.a. } \dot{X} = F(\cdot) - \sum_{i=1}^I h_i(\cdot) - \sum_{j=1}^J h_j(\cdot)$$

en donde h_i (para todo i y j) denota la tasa de capturas individuales (con

$$H_i = \sum_{i=1}^I h_i \text{ y } H_j = \sum_{j=1}^J h_j)$$

Resolviendo este problema, el impuesto eficiente vendrá definido por:

$$\tau_e = (\mu - \sigma_i) h_e^i \quad \forall i, j \quad [7]$$

Es decir, el nivel de impuesto óptimo será igual a la diferencia existente entre el valor social del recurso (μ) y el precio sombra individual (o el valor marginal que el pescador i imputa al stock de peces: σ_i) modificada por la productividad marginal del input variable (número de días de pesca o de buques) de la flota correspondiente. Por lo tanto, el nivel de impuesto diferirá de una flota a otra en función de la productividad marginal y de la valoración que cada una realice del recurso marino.

Otra vía de regulación podría consistir en distribuir cierta cantidad de cuota de captura entre los pescadores de cada una de las flotas, de tal forma que la cuota global de cada flota correspondiese a la socialmente óptima. Así, las cuotas individuales representan un derecho a capturar una parte del exceso de producción natural del recurso. Cada cuota puede ser divisible y transferible en un mercado de cuotas; en consecuencia, podemos considerarla como un derecho privado de propiedad sobre ese excedente. A su vez, las cuotas pueden ser transitorias o permanentes, según se emitan para un período concreto o con duración indefinida. En

este último caso, los pescadores tendrán un mayor interés en conservar el recurso, dado que tienen garantizada su actividad en la pesquería.

Supongamos que el regulador emite una cantidad de cuota para cada flota, $Q_i(t)$, correspondiente a las capturas óptimas de cada una. Entonces, la cuota global de la pesquería será:

$$Q(t) = Q_i(t) + Q_j(t) = H_i(t) + H_j(t) = F(X)$$

Y que de esa cantidad, una parte se emite gratuitamente ($q_i(0)$, para todo i y j) y el resto hasta completar $Q_i(t)$ lo coloca en el mercado de cuotas. Asumimos que los intercambios se efectúan al precio de mercado de equilibrio $s_i(t) > 0$.

La cantidad de cuota que el pescador representativo de la flota i posee en el instante t dependerá de su asignación inicial más el resultado de las operaciones de compra-venta de cuota $z_i(t)$ que haya realizado hasta ese momento. Es decir, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$q_i(t) = q_i(0) + \int_0^t z_i(\epsilon) \partial t \quad \forall i, j \quad [8]$$

El pescador representativo de cada flota debe decidir cuál es la cantidad de cuota que adquiere en cada instante t para maximizar su corriente descontada de beneficios. Por lo tanto, deberá resolver el siguiente problema de optimización:

$$\max_{z_i} \int_0^{\infty} (p_i q_i - w_i E_i - s_i z_i) e^{-\alpha t} \partial t \quad \forall i, j$$

$$\text{s.a. } \dot{q}_i = z_i$$

en donde q_i denota la variación en la cantidad de cuota en cada instante de tiempo.

Resolviendo el problema de maximización, podemos obtener el precio de equilibrio de las cuotas emitidas para cada flota (ver apéndice):

$$s_i(0) Q_i = \sum_{i=1}^I \int_0^{\infty} [p_i q_i - w_i E_i] e^{-\alpha t} \partial t \quad [9]$$

$$s_j(0) Q_j = \sum_{j=1}^J \int_0^{\infty} [p_j q_j - w_j E_j] e^{-\alpha t} \partial t \quad [10]$$

Por lo tanto, si el gestor social oferta la cantidad de cuota apropiada (la correspondiente al nivel óptimo de capturas), el precio de equilibrio de las cuotas debe ser igual a la corriente descontada de beneficios que genera su utilización. Dependiendo de la cantidad de cuota emitida por el gestor, la flota con beneficios superiores deberá pagar más por operar en la pesquería.

Éstos serán los precios de equilibrio que deberán pagar los pescadores de las respectivas flotas

que deseen adquirir cuotas adicionales a las asignadas inicialmente. Asimismo, aquellos pescadores de las flotas i y j que quieran abandonar (entrar en) la pesquería venderán (comprarán) cuotas al precio determinado por dichas expresiones.

Finalmente, otra forma de regulación podría consistir en la distribución de *derechos de pesca* entre los pescadores, colocando todos o una parte en el mercado de éstos, de tal forma que el nivel global de días de pesca o el número de buques distribuido a través de los derechos individuales transferibles se igualase al nivel global óptimo para cada flota:

$$e_i = \sum_{j=1}^I \bar{e}_i ; e_j = \sum_{j=1}^J \bar{e}_j$$

Utilizando esta vía, el regulador está asignando derechos sobre la utilización de *inputs*, derechos sin los cuales no se podrá ejercer esfuerzo alguno en la pesquería en cuestión. Por lo tanto, el gestor determina quién y en qué condiciones puede explotar el recurso a través de la concesión de esos derechos. Se trata, entonces, de un método indirecto de control de las capturas. El derecho a pescar durante una determinada cantidad de días o el derecho a acceder al recurso por parte de cierto número de buques puede ser recogido en algún título o licencia. En la mayoría de los casos, estos derechos se traducen simplemente en licencias para ejercer la actividad pesquera, no necesariamente transferibles.

Este mecanismo de regulación presenta una estructura similar al de cuotas transferibles. Así, el precio de equilibrio de cada licencia vendrá dado por la siguiente expresión:

$$l_i(0) = \frac{1}{e_i} \sum_{j=1}^I \int_0^{\infty} [p_j q_j - w_j E_j] e^{-\delta t} dt \quad \forall j \quad [11],$$

por lo tanto, siendo $t=0$ el instante inicial de la trayectoria óptima, el valor actual de mercado de los derechos de cada flota recoge la corriente descontada de beneficios futuros que obtendría cada una utilizando los respectivos derechos (e_i y e_j). Al igual que en el sistema anterior, la flota con mayores beneficios estará en disposición de pagar más por ejercer esfuerzo en la pesquería (dependiendo, claro está, de la cantidad de derechos emitida por el regulador).

Conviene precisar que el regulador deberá estar al corriente de los avances tecnológicos que se produzcan en la pesquería (además de los cambios medioambientales que afecten al recurso natural), ya que cualquier cambio tecnológico requerirá un

rápido ajuste en la cantidad de derechos en circulación si el regulador pretende mantener el nivel óptimo de *stock*. Dicho ajuste, presumiblemente, implicaría la retirada de derechos antiguos y la emisión de títulos que recogiesen las nuevas condiciones. Por otro lado, si el regulador incluyese en los títulos de cada flota las características de los respectivos *inputs* fijos, estaría frenando los posibles avances tecnológicos. Por todo ello, no parece aconsejable la emisión de derechos permanentes, sino de títulos con duración transitoria o plurianual (en este último caso, para determinar el precio de equilibrio correspondiente a los títulos de cada flota bastaría con sustituir el límite superior de la integral en [11] por la duración estipulada).

IV. SÍNTESIS Y CONSIDERACIONES FINALES

A pesar de la gran evolución que ha experimentado la economía de la pesca, siguen existiendo lagunas teóricas y empíricas, especialmente en casos significativos como en la incorporación de incertidumbre en el análisis, en pesquerías en las que se capturan varias especies simultáneamente, en aquellas en las que los *stocks* de peces se mueven entre diferentes zonas de pesca (por su carácter migratorio o transfronterizo), o bien en otras pesquerías en las que operan pescadores con diferentes artes de pesca. En este trabajo, hemos tratado este último caso, analizando desde un punto de vista teórico una pesquería en la que actúan dos flotas comerciales compitiendo por la captura de un mismo *stock* de peces, situación, por otro lado, bastante generalizada en las pesquerías mundiales. En el modelo desarrollado se establecen las condiciones de equilibrio que permiten alcanzar un estado estacionario eficiente del recurso natural y de la actividad pesquera. Asimismo, hemos visto cómo es posible la coexistencia en la pesquería de explotadores que utilizan tecnología diferente, siempre y cuando se cumplan determinadas condiciones de equilibrio.

Sin embargo, y aunque el paulatino deterioro de los recursos pesqueros producido en las últimas décadas ha propiciado un mayor grado de intensidad en la actividad reguladora de los agentes sociales correspondientes, este mayor control sobre las poblaciones de peces generalmente no permite alcanzar soluciones de equilibrio idóneas ni conseguir mejorar satisfactoriamente la eficiencia económica de la pesquería en cuestión.

Lo que comenzó siendo una simple restricción a la entrada en las pesquerías se convirtió en un ma-

yor control e intervención de los reguladores. En la mayoría de las pesquerías mundiales, existen reglas bien conocidas por los usuarios (en número limitado) y elaboradas por la autoridad central o por los propios participantes en la explotación (entre otras, dimensiones y características de los aparejos permitidos, cantidades totales a extraer y procedimiento de cambio de las reglas). Este nuevo contexto en el que se desarrolla la actividad pesquera se corresponde con el régimen de propiedad común. Situación que, de todos modos, conduce a soluciones ineficientes, con elevados niveles de esfuerzo pesquero respecto al nivel de *stock* existente. La diferencia entre esta situación de propiedad común y la considerada como socialmente óptima estriba en que el gestor social maximiza los rendimientos de todas las flotas que operan en la pesquería, otorgando un mayor valor al recurso natural, y el pescador individual, en cambio, únicamente sus beneficios.

Por todo ello, el agente regulador debe aplicar mecanismos de regulación que realmente corrijan dicha situación de ineficiencia respecto a la socialmente óptima. Mecanismos tales como los impuestos sobre días de pesca y derechos, transitorios o permanentes, sobre el excedente de la producción natural (cuotas individuales) o sobre el número óptimo de días de pesca o buques de cada flota. Los niveles eficientes de estos mecanismos, en general, son diferentes para ambas flotas, al considerar en el modelo la distinta tecnología utilizada por cada una de ellas y, en consecuencia, los diferentes efectos generados sobre el recurso natural.

No obstante, la regulación pesquera en el mundo real adquiere una gran complejidad. En nuestro caso particular, a la ya de por sí difícil conjunción de aspectos biológicos y económicos, se suman otros de índole social, política y jurídica. Esto se refleja en las diversas experiencias de regulación realizadas hasta el momento.

Con carácter general, y a pesar de la extensa literatura económica existente sobre las posibilidades y la bondad de los diferentes mecanismos de regulación (3), sólo han sido llevados a la práctica programas de limitación de acceso relacionados con los instrumentos de cuotas totales y licencias, o una combinación de varios mecanismos (como es el caso de la Unión Europea). Los impuestos podrían ofrecer una solución a los efectos externos asociados con la ausencia de asignaciones eficientes de los derechos de propiedad. Sin embargo, este mecanismo presenta problemas relacionados con la resistencia de los regulados a ser gravados con nuevas figuras impositivas, y con la reticencia

de los gobiernos para poner en práctica medidas impopulares. Un inconveniente adicional es que cuanto mayor sea el número de flotas que operan en la pesquería, más niveles de impuestos deberá determinar el regulador. Inconveniente, en cualquier caso, común al resto de instrumentos.

Las licencias han sido frecuentemente utilizadas en la gestión de pesquerías, aunque, generalmente, bajo la forma de permisos de actividad para buques con artes de pesca de ciertas características y dimensiones (4). Sin embargo, sería conveniente que las licencias fuesen transferibles, ya que esto permitiría a aquellos pescadores que no utilicen la totalidad de los derechos colocar ese sobrante en el mercado. De esta manera, la distribución inicial de licencias no sería relevante (al igual que sucede en el sistema de cuotas individuales), y permitiría obtener una renta a aquellos pescadores que decidiesen abandonar la pesquería.

Por otro lado, el regulador debe estar continuamente al corriente de las nuevas tecnologías pesqueras y de aquellos cambios que, en general, permitan un aumento en la capacidad de pesca de cada flota, lo cual comporta un incremento de los costes de supervisión y control del sistema de licencias. Asimismo, debemos tener en cuenta que cuanto mayor sea el número de *inputs* del esfuerzo pesquero recogidos en las licencias de cada flota, más se estará frenando la posible innovación tecnológica en la pesquería. Este problema se acentuaría a medida que aumentase la duración de los derechos. Estas circunstancias parecen aconsejar un sistema de carácter transitorio, ya sea por una temporada de pesca o por varias (derecho plurianual), pero nunca de forma indefinida.

En la literatura económica de pesquerías, el sistema de licencias no transferibles es frecuentemente criticado debido, por un lado, al exceso de capitalización que conlleva (motivado por la rivalidad y competencia entre los pescadores por capturar todo lo que se pueda en el menor tiempo posible) y, por otro, a la dificultad que a menudo entraña medir el esfuerzo pesquero de cada flota (5). Obviamente, estos problemas pueden hacerse extensivos al sistema de licencias individuales transferibles.

Asimismo, este mecanismo presenta un inconveniente añadido en el caso de pesquerías multispecíficas, ya que las artes de pesca nunca son completamente selectivas para el conjunto de especies que cohabitan en la zona pesquera. Con esto se quiere decir que el grado de selectividad adecuado para capturar una especie con un arte de

pesca concreto puede resultar poco selectivo para otra, o simplemente convierte la captura de otras especies en una actividad poco o nada rentable.

A pesar de estos inconvenientes, presenta ciertas ventajas al compararlo con el sistema de cuotas individuales transferibles. Estas ventajas están relacionadas fundamentalmente con los problemas de medición en el nivel de *stock*. En el caso de que el nivel de *stock* no fuese fácil de medir (lo cual es bastante probable para aquellas especies de vida relativamente corta o que sufren bastante variabilidad), difícilmente la cuota determinada por el regulador sería la apropiada, circunstancia que resultaría más notoria en el sistema de cuotas permanentes. En consecuencia, el gestor podría estar cometiendo errores irreparables de cara a la conservación del recurso. Por ello, en estos casos sí es recomendable un sistema de licencias transferibles, transitorias o plurianuales, diferenciando las flotas que operen en la pesquería.

Con respecto al mercado de licencias, hemos supuesto que es perfectamente competitivo y transparente. Sin embargo, en la práctica, como bien señalan algunos autores (6), existe cierta tendencia a la creación de grupos de pescadores con mayor poder que el resto (7), a la especulación con el precio de los derechos, etc., lo cual puede hacerse extensivo al sistema de cuotas. Estos fallos legitiman cierto control del mercado por parte del regulador.

Por último, y a diferencia de los mecanismos anteriores, el sistema de cuotas individuales transferibles permite controlar directamente las capturas totales de la pesquería, para lo cual previamente es necesario determinar el total admisible de capturas (TAC). En los últimos años, la idea de cuotas individuales está adquiriendo cierta relevancia en la economía pesquera a escala empírica (8). Ello es así por las ventajas que a priori presenta en relación con el sistema de licencias. Por un lado, permite a los pescadores una mayor libertad en la innovación tecnológica. Por otro, podría reducir el control y la supervisión en la pesquería, pues se considera suficiente realizar un seguimiento en los niveles de *stock* y capturas desembarcadas por cada flota. En consecuencia, también se reducirían los costes de gestión. Asimismo, en las pesquerías multiespecíficas, las autoridades correspondientes tendrían la opción de emitir cuotas mixtas, de tal forma que los pescadores pudiesen adecuar sus capturas a las cuotas a lo largo del tiempo o bien intercambiar cuota en el mercado, ajustando así dichas capturas.

De todos modos, en este sistema, aún incipiente, asoman algunos problemas que podemos sintetizar en aquellos relacionados con el ciclo de vida de las especies, los descartes de especies no recogidas en la cuota, la probable tendencia a la concentración empresarial y la posible repercusión sobre la estructura socioeconómica de algunas zonas (estos dos últimos son debidos al carácter de títulos transferibles; por otro lado, son comunes al sistema de licencias). También se apuntan leves modificaciones en el sistema, como es la posibilidad de emitir cuotas individuales basadas en los distintos tamaños de las capturas de cada flota (Townsend, 1995).

En resumen, la complejidad del sistema de gestión se incrementará en función del número de flotas que operen en la pesquería, ya que las diferencias tecnológicas influirán de forma decisiva en los niveles de equilibrio de cada instrumento y para cada flota. La elección entre uno u otro dependerá, fundamentalmente, de las peculiaridades de la pesquería en cuestión. Así, podemos afirmar que el sistema de cuotas tiene mayor probabilidad de aplicarse con éxito en aquellas pesquerías en las cuales las especies son de vida larga o relativamente estables (Rettig, 1989), es decir, aquellas especies para las cuales se pueden definir los TAC. También presenta ventajas relativas si la supervisión del sistema no es difícil (9). Por el contrario, cuando esas circunstancias no se cumplen y/o la posible sustitución de los *inputs* actuales del esfuerzo por otros nuevos no resultase fácil, el sistema de licencias individuales transferibles podría ser más recomendable.

APÉNDICE

El hamiltoniano, en términos corrientes, es el siguiente:

$$\tilde{H}(\cdot) = p_i q_i - w_i E_i - s_i z_i + \gamma_i z_i$$

en donde γ_i es el precio sombra de las cuotas de la flota i .

De las condiciones necesarias para resolver este problema y teniendo en cuenta que, si

$$h_i = h[E(\cdot), X] = q_i,$$

podemos definir el esfuerzo como una función de la cantidad de cuota:

$$E_i = E(\bar{e}_i, k_i, q_i) \quad \forall i, j,$$

obtenemos las siguientes expresiones (para todo i y j):

$$s_i = \gamma_i$$

$$\dot{\gamma}_i - \delta \gamma_i = -[p_i - w_i E_{q_i}]$$

Sustituyendo la primera expresión en la segunda, tendremos:

$$\dot{s}_i - \delta s_i = [p_i - w_i E_{q_i}]$$

Esta expresión indica que el coste de poseer una unidad de cuota debe compensarse con el beneficio derivado de su utilización.

Multiplicando ambos miembros por la cantidad de cuota (q_i), y si suponemos que el beneficio marginal generado por la cuota se iguala al beneficio medio, es decir

$$p_i - w_i E_{q_i} = (p_i q_i - w_i E_i) / q_i$$

obtenemos (para todo i y j):

$$(\dot{s}_i - \delta s_i) q_i = -[p_i q_i - w_i E_i(\cdot)]$$

Dado el supuesto de partida de precios constantes, asumir que el beneficio marginal se iguala al beneficio medio es equivalente a aceptar que el coste marginal se iguala al coste medio. Este supuesto se cumple en el punto en el que el coste medio es mínimo. Por lo tanto, las empresas pesqueras estarían operando en el punto de máximos beneficios, dada su cantidad de cuota óptima.

Totalizando para todo i y j obtenemos:

$$(\dot{S} - \delta S) Q = - \sum_{i=1}^I [p_i q_i - w_i E_i(\cdot)]$$

Resolviendo esta ecuación diferencial y valorándola en el instante inicial, obtenemos el precio de equilibrio de las cuotas de cada flota (expresiones [9] y [10]).

NOTAS

(1) En el supuesto de que la flota optimizadora no tuviese la capacidad suficiente para mantener el nivel óptimo de la población de peces. En este caso, la flota no optimizadora sí podría operar en la pesquería.

(2) En este sentido, se pueden consultar, entre otros, CLARK (1980), STEVENSON (1991) y SURIS *et al.* (1995).

(3) Estudiados frecuentemente para el caso de pesquerías con pescadores homogéneos. Referencias importantes en este sentido son CLARK (1980) y WILEN (1985), entre otros.

(4) Entre las experiencias pioneras en programas de este tipo, podemos citar las siguientes: pesquería de gamba y langosta en Australia (iniciada en 1968); pesquería de salmón en British Columbia (iniciada en 1968), en Alaska (1974) y en Washington (1974), y pesquería de arenque en British Columbia (1974). Posteriormente, este sistema se ha extendido a la mayoría de los países costeros. Townsend (1990).

(5) CLARK (1980), CRUTCHFIELD (1979), WESNEY (1989) y WILEN (1985 y 1988).

(6) CRUTCHFIELD (1979) y WILEN (1988), entre otros.

(7) CRUTCHFIELD (1979) recomienda solucionarlo con una regulación anti-cártel.

(8) Países como Nueva Zelanda, Australia e Islandia han aplicado este sistema desde finales de los años ochenta, de forma bastante

exitosa hasta la fecha. Véanse, a estos efectos, los informes de la OCDE citados en la bibliografía.

(9) En concreto, HANNESSON (1989) matiza que si el número de puertos en los cuales se desembarca la especie no es elevado, o bien existen dificultades en el control de la dimensión de la capacidad de pesca, el sistema resulta aconsejable.

BIBLIOGRAFÍA

- BISHOP, R. C., y SAMPLES, K. C. (1979), «Sport and comercial fishing conflicts: A theoretical analysis», *Journal of Environmental Economics and Management*, 7, págs. 220-233.
- CLARK, C. W. (1980), «Towards a predictive model for the economic regulation of commercial fisheries», *Canadian Journal of Fisheries and Aquatics Sciences*, 24, págs. 119-132.
- CLARK, C. W., y MUNRO, G. R. (1975), «The economics of fishing and modern capital theory: a simplified approach», *Journal of Environmental Economics and Management*, 2, págs. 92-106.
- CRUTCHFIELD, J. A. (1979), «Economic and social implications of the main policy alternatives for controlling fishing effort», *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 36, págs. 742-752.
- CUNNINGHAM, S.; DUNN, M., y WHITMARSH, D. (1985), *Fisheries economics: An introduction*, Mansell Publishing Limited (Londres).
- HANNESSON, R. (1989), «Comments on J. Wilen's rent generation in limited entry fisheries», en NEHER, P.; ARNASON, R., y MOLLET, N. (eds.), *Rights based fishing*, págs. 263-265.
- KAMIEN, M. I., y SCHWARTZ, N. L. (1991), *Dynamic optimization*, Ed. North-Holland.
- NEHER, P.; ARNASON, R., y MOLLET, N. (eds.) (1989), *Rights based fishing*, Kluwer Academic Publishers (Holanda).
- OCDE (1992), *Examen des pecheries 1990*.
- (1993), *Review fisheries in OECD member countries 1991*.
- (1994), *Review fisheries in OECD member countries 1992*.
- RETTIG, R. (1989), «Is fishery management at a turning point? Reflections on the evolution of rights based fishing», en NEHER, P.; ARNASON, R., y MOLLET, N. (eds.), *Rights based fishing*, págs. 47-64.
- STEVENSON, G. (1991), *Common property economics. A general theory and land use applications*, Cambridge University Press.
- SURIS, J.; VARELA, M., y GARZA, D. (1995), «Propiedad y soluciones pesqueras», *Revista de Economía Aplicada*, 7, págs. 5-25.
- TOWNSEND, R. E. (1990), «Entry restrictions in the fishery: A survey of the evidence», *Land Economics* (noviembre), 66 (4), páginas 359-378.
- (1995), «Transferable dynamic stock rights», *Marine Policy*, vol. 19 número 2, págs. 153-158.
- WESNEY, D. (1989), «Applied fisheries management plans: Individual transferable quotas and input controls», en NEHER, P.; ARNASON, R., y MOLLET, N. (eds.), *Rights based fishing*, págs. 153-181.
- WILEN, J. E. (1985), «Towards a theory of the regulated fishery», *Marine Resource Economics*, 1 (4), págs. 369-388.
- (1988), «Limited entry licensing: A retrospective assesment», *Marine Resource Economics*, 5, págs. 313-324.

Resumen

El análisis económico de la pesca se ha desarrollado de forma muy rápida en las últimas décadas, debido fundamentalmente a la mayor preocupación por la conservación de las poblaciones de peces ante la percepción de su escasez y degradación. Sin embargo, una de las mayores carencias se localiza en las pesquerías multiflota, ya que generalmente se ha tratado de forma homogénea a todos los pescadores implicados en la explotación de un mismo recurso pesquero. En este trabajo, planteamos los principales instrumentos (impuestos, licencias y cuotas individuales) aplicados a una pesquería en la que operan empresas con diferentes tecnologías. Se trata entonces de conocer cómo afecta esta circunstancia al análisis, de saber si es posible un equilibrio eficiente en el que coexistan ambas flotas y de analizar los mecanismos de regulación necesarios para asegurar una explotación del recurso eficiente y sostenible a lo largo del tiempo. El trabajo concluye con algunas reflexiones y valoraciones relacionadas con el tema de estudio.

Palabras clave: pesquerías multiflota, impuestos sobre el esfuerzo, cuotas individuales, derechos de pesca.

Abstract

The economic analysis of fishing has had a rapid development in the last decades, which is mainly due to the greater concern for the conservation of fish stocks and the realisation of its scarcity and deterioration. The analysis is, however, lacking information on multifleet fisheries, due to the fact that generally most fishermen involved in the exploitation of one fishery resource have been treated in an homogeneous way. In this paper, we state the main instruments (taxes, licences and individual quotas) imposed on a fishing zone in which fleets with different technologies work. The objectives are to understand how this circumstance affects the analysis, to analyse whether it is possible to reach an efficient equilibrium in which both fleets could work together, and to analyse the regulatory mechanisms required to ensure an efficient and sustainable resource exploitation. This paper concludes with some ideas and assessments related to the issue under study.

Key words: multifleet fisheries, taxes on fishing effort, individual fishing quotas, fishing rights.

JEL classification: Q22.