

ESTUDIO APLICADO DE SOLUCIONES EFICIENTES EN UNA PESQUERIA MULTIFLOTA

Juan C. Surís Regueiro y M. Dolores Garza Gil

Universidade de Vigo.

1.- INTRODUCCION.

Actualmente, tanto a nivel teórico como aplicado, ya existe una literatura relativamente abundante sobre las soluciones bioeconómicas eficientes según exista o no cooperación entre los agentes implicados (grupos de pescadores, países, etc.)¹. En los estudios aplicados a pesquerías multiflota concretas donde existen explotadores rivales normalmente enfrentados (pesca costera versus pesca de altura, pesca artesanal versus pesca industrial, etc.)², las soluciones bioeconómicas eficientes usualmente resultan ser soluciones de esquina donde solo una de las flotas debería permanecer en la pesquería. Sin embargo, la realidad y el "sentido común" nos dicen que, por razones políticas o sociales, estas soluciones radicales son difícilmente aplicables en el mundo real.

Con estas referencias, el objetivo básico de este trabajo consiste en el estudio de la pesquería de merluza iberoatlántica donde actúan flotas claramente diferenciadas (artesanal versus arrastre). En primer lugar, describiremos las características básicas de esta pesquería.

En segundo lugar, dentro del marco teórico de los modelos bioeconómicos multiflota, planteamos un desarrollo adaptado a las necesidades de la pesquería en estudio y a las disponibilidades de información.

En tercer lugar, aplicaremos el modelo desarrollado al estudio de la pesquería de merluza iberoatlántica. Estimamos las soluciones eficientes en el caso más realista de persistencia de ambas flotas rivales y bajo diferentes escenarios en relación a las tasas de descuento consideradas y distintas posibilidades de regulación pesquera.

Por último, se plantearán diferentes recomendaciones de política económica pesquera con el objetivo de mejorar la eficiencia en la explotación de este recurso natural.

¹ Podemos citar algunos trabajos interesantes como: Munro (1979, 1990), McConell y Sutinen (1979), Bishop y Samples (1980), Kaitala y Pohjola (1988), Armstrong y Flaaten (1991), Fischer y Mirman (1992), Larkin et.al. (1997).

² Entre los estudios aplicados a pesquerías multiflota concretas podemos destacar aquellos que se centran en la explotación de stocks de atún y los conflictos existentes entre países (Kennedy, 1987) o flotas de cerqueros y palangreros (Campbell y Nicholl, 1995), o en la explotación de stocks compartidos (Noruega y Rusia) de bacalao en el Mar de Barents por parte de flotas costeras y de arrastreros, Sumaila (1995, 1997) y Armstrong (1998).

2.- DESCRIPCION BASICA DE LA PESQUERIA.

La pesquería objeto de estudio es la de merluza en las áreas costeras Cantábrica y Atlántica de la Península Ibérica, que también podemos denominar "pesquería de merluza iberoatlántica". La elección de esta pesquería obedece fundamentalmente a dos motivos: en primer lugar, se trata de una pesquería de especial relevancia económica y de gran tradición en el ámbito hispano-portugués y, en segundo lugar, este stock (stock sur) es considerado por la Unión Europea (UE) y por el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) como una unidad de gestión. Así, el Grupo de Trabajo de Valoración de los Stocks Sur Demersales realiza estudios de estas poblaciones de peces y estimaciones anuales del tamaño de los stocks. Además desde el año 1987 ha propuesto un nivel de Capturas Totales Admisibles (TAC).

En esta pesquería, la especie se captura con varios tipos de arte de pesca, entre los que destacan el arrastre (embarcaciones con características técnicas medias de 150 toneladas de registro bruto (TRB), 425 caballos de vapor y 15 tripulantes por buque), el palangre (35, 150 y 5, respectivamente) y la volanta fija (30, 140 y 3 respectivamente). Estas modalidades de pesca inciden de forma diferente sobre la población de merluza. En concreto, el arrastre actúa intensamente sobre individuos más jóvenes (merluza pequeña, llamada "pescadilla"), mientras que el resto de las artes incide fundamentalmente sobre ejemplares más maduros³. Conviene precisar que, a pesar de que estas flotas capturan otras especies (destacan jurel, lirio y caballa), la merluza es la que representa un mayor porcentaje respecto al total de valor⁴.

Aunque en la pesquería operan tres flotas distintas en base al tipo de arte utilizado, en este trabajo solo distinguimos dos grupos: la flota de arrastre y la flota artesanal (palangre y volanta fija). Esta agrupación nos viene impuesta por la forma en la que los biólogos portugueses presentan la información de la pesquería⁵.

Con estas premisas, los datos relevantes de la pesquería se muestran en el Cuadro I. Respecto a la población de merluza (X), hemos obtenido del ICES datos sobre la biomasa de reproductores en el período 1982-96 y se puede observar como el stock se ha deteriorado de tal forma que en el último año representa menos de la mitad del existente en 1982, como consecuencia de la captura de numerosos ejemplares jóvenes. Esta evolución de la biomasa indica que el recurso se está explotando de forma excesiva, lo que justifica la necesidad de su estudio para aplicar una correcta regulación.

³ Sería interesante incluir en el análisis los grupos de edad de esta especie. Para ello sería necesario utilizar una función de producción pesquera del tipo Beverton-Holt. Sin embargo, no disponemos de información biológica suficiente relativa al tamaño y peso de los individuos de cada cohorte.

⁴ En este sentido el Instituto Español de Oceanografía (IEO) ha estimado que los desembarques de merluza realizados conjuntamente por las tres flotas han representado alrededor del 15% de su producción en peso y el 30% del valor en el período 1989-93.

⁵ De todos modos, esta agrupación tiene cierta justificación técnica. Por un lado, las embarcaciones que utilizan palangres o volantas poseen similares características técnicas. Por otro, los buques agrupados resultan ser polivalentes en el sentido de utilizar de forma combinada ambas artes a lo largo del año, previa solicitud del cambio de modalidad. D. Garza Gil (1998).

Esta misma institución nos ha facilitado información sobre las capturas de merluza (H) durante ese período. Esta variable ha sufrido similar tendencia que la biomasa, siendo la flota artesanal la que captura una mayor cantidad de merluza.

Cuadro I: Merluza iberoatlántica: stock (Tm), capturas (Tm) y días de pesca. Período 1982-96.

Año	X	H _i	H _j	e _i	e _j
1982	59804	6900	12000	64402	78409
1983	61403	9853	14753	56551	85955
1984	58774	6134	14894	35574	59122
1985	44108	7386	10766	42651	59944
1986	26387	6649	9529	35221	61764
1987	24182	4829	10379	29430	69190
1988	22798	5429	9952	40044	64989
1989	18928	5767	7104	46425	79791
1990	19370	5269	6699	35997	70178
1991	20482	4877	6734	34436	45172
1992	21502	5113	7710	34892	43550
1993	21030	3541	7402	27739	72075
1994	16479	3500	6000	26883	82693
1995	15154	6300	5500	31939	104429
1996	18018	4500	4300	25072	91449

Fuente: Elaboración propia a partir de datos facilitados por el ICES, IEO de la Coruña y Cofradía de Pescadores de Cariño. *i* es el subíndice de la flota de arrastre y *j* el de la flota artesanal.

En relación con el esfuerzo (e) ejercido por cada flota, no existe información estadística para el conjunto de la pesquería. Por ello hemos tenido que seleccionar un puerto representativo para cada grupo de flota. Así, a partir de las series de datos construidas para dicho puerto se estimaron los datos para toda la pesquería asumiendo que la relación existente en la muestra entre las capturas y cada uno de los inputs del esfuerzo es similar para el conjunto de cada flota. De esta forma, la información resultante se refiere a buques tipo o estándar, entendiendo por tales aquellos pertenecientes a las flotas de los puertos seleccionados como representativos⁶.

Con respecto al precio del output de cada flota, disponemos de datos medios anuales (en unidades constantes de 1992) que oscilan en torno a las 722162 y 1091395 pesetas por tonelada para la merluza pequeña (pescadilla) y merluza, respectivamente⁷.

En relación a los costes, solo disponemos de información relativa al año 1990. Siendo los costes por unidad de esfuerzo (en unidades constantes) de 29365 pesetas por día de pesca del arrastre y 61536 pesetas por día de pesca de la flota artesanal.

⁶ Siguiendo indicaciones del IEO, hemos escogido para la flota de arrastre el puerto de La Coruña (representa en torno al 25% de las capturas globales de esta flota en el período 1980-93) y el puerto de Cariño para el artesanal (representa el 10% de las capturas de esta flota en dicho período).

⁷ Todos los valores monetarios de la aplicación están expresados en pesetas constantes de 1992. Solo se disponen de precios medios correspondientes al período 1976-86.

Finalmente, para la tasa social de descuento utilizaremos tres diferentes valores; 1%, 5% y 10% anual, calculando las soluciones en cada caso.

3.- PLANTEAMIENTOS BASICOS.

Dentro del contexto genérico de los modelos bioeconómicos pesqueros, el problema que nos planteamos consiste en analizar las posibilidades de explotar eficientemente una pesquería en la que existen dos tipos de flotas comerciales distintas actuando sobre el mismo recurso pesquero y que venden sus productos en mercados diferentes, lo que afectará al precio del output de cada flota⁸.

Para la población de merluza europea (stock sur) asumimos la siguiente ecuación de crecimiento neto: $\dot{X} = X_{t+1} - X_t = aX_t^b - X_t - H_{it} - H_{jt}$ en donde X_t denota el nivel de stock existente en t y H_{it} las capturas de la flota i (para todo i y j) en dicho instante.

Para la función de producción pesquera seleccionamos una tipo Cobb-Douglas, frecuentemente utilizada en los modelos pesqueros aplicados:

$$H_{it} = e_{it}^{\alpha_i} X_t^{\beta_i} \quad i: \text{arrastre} \quad ; \quad H_{jt} = e_{jt}^{\alpha_j} X_t^{\beta_j} \quad j: \text{artesanal}$$

Con estas premisas, podemos plantearnos un problema de maximización del valor presente de la corriente de beneficios que se generen en la pesquería considerando la restricción biológica (expresada a través de la ecuación de crecimiento neto de la población de peces). Resolviendo este problema de optimización dinámica se obtiene el siguiente sistema de cuatro ecuaciones y cuatro incógnitas (e_i , e_j , X y μ):

$$(p_i - \mu)\alpha_i e^{\alpha_i} X^{\beta_i} = w_i \quad ; \quad (p_j - \mu)\alpha_j e^{\alpha_j} X^{\beta_j} = w_j$$

$$\dot{\mu} - \delta\mu = -\left[(p_i - \mu)\beta_i e^{\alpha_i} X^{\beta_i - 1} + (p_j - \mu)\beta_j e^{\alpha_j} X^{\beta_j - 1} - \mu(abX^{b-1} - 1)\right]$$

$$aX^b - X = e^{\alpha_i} X^{\beta_i} + e^{\alpha_j} X^{\beta_j}$$

donde μ representa el valor marginal imputado al recurso natural que, en el equilibrio estacionario su nivel óptimo vendrá dado por:

$$\mu^* = \frac{p_i \sum_{i=1}^I h_X^i + p_j \sum_{j=1}^J h_X^j}{\delta - F_X + \sum_{i=1}^I h_X^i - \sum_{j=1}^J h_X^j}$$

⁸ Más detalles sobre la estructura básica del modelo teórico multiflota, las soluciones eficientes y mecanismos de regulación aplicables, puede obtenerse en J.C. Surís y M.D. Garza (1998).

$$\text{con } F_X = abX^{b-1} - 1 ; \sum_{i=1}^I h_i = H_i \text{ y } h_X^i = \beta_i e_i^{\alpha_i} X^{\beta_i - 1} \quad \forall i, j$$

Entre los instrumentos que permiten incrementar la eficiencia económica destacan las cuotas individuales (ITQ) y las licencias transferibles.

En el caso de las cuotas individuales transitorias, su precio óptimo de equilibrio sería aquel que igualase el valor del precio sombra del recurso ($s_i = s_j = \mu^*$), mientras que si éstas fuesen emitidas con carácter perpetuo su precio de equilibrio nos vendría dado por:

$$s_i(0) = \frac{1}{Q_i} \sum_{i=1}^I \int_0^{\infty} [p_i q_i - w_i e_i] e^{-\delta t} \delta t = \frac{p_i H_i - w_i e_i}{H_i} \frac{1}{\delta} \quad \forall i, j \text{ y } \delta > 0$$

En el caso de las licencias transitorias su precio de equilibrio vendría definido por la expresión: $l_i = \mu^* \frac{h_i}{e_i} \quad \forall i, j$, mientras que el precio de las perpétuas debería ser:

$$l_i(0) = \frac{1}{e_i} \sum_{i=1}^I \int_0^{\infty} [p_i q_i - w_i e_i] e^{-\delta t} \delta t = \frac{p_i H_i - w_i e_i}{e_i} \frac{1}{\delta} \quad \forall i, j \text{ y } \delta > 0$$

En cualquier caso, si las cuotas o licencias tuviesen una duración plurianual bastaría con sustituir el límite superior de las integrales por el valor correspondiente a la duración máxima.

Para obtener resultados numéricos es necesario estimar previamente los parámetros correspondientes a la dinámica de la población de merluza y aquellos que afectan a la tecnología de las flotas de arrastre y artesanal.

Generando una nueva variable, $Z_{t+1} = X_{t+1} + H_{it} + H_{jt}$, y tomando logaritmos neperianos, la ecuación que define la dinámica del recurso podemos escribirla como:

$$\text{Ln } Z_{t+1} = \text{Ln } (X_{t+1} + H_t) = \text{Ln } a + b \text{Ln } X_t$$

Con los datos del cuadro 1, los resultados de las estimaciones de los parámetros fueron los siguientes:

$$\text{Ln } Z_{t+1} = 3.3642 + 0.70944 \text{Ln } X_t$$

$$t\text{-estadístico } [2.966] \quad [6.470]$$

$$R^2 = 0.8034; F\text{-estd.} = 41.864; \text{test Harvey} = 1.343; Q(1) = 0.16$$

Respecto a las funciones de producción, nuevamente tomando logaritmos, obtuvimos los siguientes resultados:

$$\text{Ln } H_{it} = 0.58888 \text{Ln } e_{it} + 0.23568 \text{Ln } X_t$$

$$t\text{-estadístico } [5.300] \quad [2.064]$$

$$R^2 = 0.7586; LM\text{-estd} = 1.9787; Q(1) = 0.01$$

$$\text{Ln } H_{jt} = 0.13795 \text{Ln } e_{jt} + 0.73624 \text{Ln } X_t$$

$$t\text{-estadístico } [1.648] \quad [8.040]$$

$$R^2 = 0.7375; \text{LM-estd} = 1.0210; Q(1) = 2.62$$

Asumiendo los valores estimados para estos parámetros, la dinámica de la población de merluza y la función de producción pesquera de las flotas de arrastre y artesanal serían, respectivamente:

$$\dot{X} = 28.91X^{0.70944} - X - H$$

$$H_i = e_i^{0.58888} X^{0.23568}$$

$$H_j = e_j^{0.13795} X^{0.73624}$$

4.- LAS SOLUCIONES EFICIENTES.

Las soluciones estacionarias eficientes estimadas se muestran en el Cuadro II, para diferentes valores de la tasa social de descuento. Se puede observar como un incremento en este parámetro supone una disminución en el nivel óptimo de stock de merluza, un aumento en los niveles globales de capturas y esfuerzo ejercido por ambas flotas. Asimismo, una mayor preferencia social por los ingresos presentes implicará una menor valoración del recurso (μ) y una mayor actividad de la flota con menores costes por unidad de esfuerzo (E_i) mientras que el esfuerzo ejercido por la flota artesanal es poco sensible a incrementos en la tasa de descuento.

Cuadro II: Soluciones estacionarias para diferentes tasas de descuento.

δ	X	e_i	e_j	H	H_i	H_j	μ
(%)	(Tm)	(días)	(días)	(Tm)	(Tm)	(Tm)	(pts/Tm)
1	50321	4294	11568	12291	1768	10523	601034
5	47285	8061	11964	12623	2524	10099	562922
10	43922	13340	12228	12931	3337	9594	522842

i: arrastre; j: artesanal.

Con $p_i=722162$ (ptas/Tm); $p_j=1091395$ (ptas/Tm); $w_i=29365$ (ptas/ días); $w_j=61536$ (ptas/día)

Otro resultado relevante que se puede constatar en el cuadro es que cuanto mayor sea el nivel estacionario de stock de merluza mayor será el nivel óptimo de las capturas de la flota artesanal (H_j), siendo menor el nivel correspondiente al arrastre (H_i). Este resultado es consecuencia del mayor peso relativo del stock (en relación al del esfuerzo) en la función de producción de la flota artesanal. Ello se debe fundamentalmente al carácter más selectivo de dicha flota que se beneficia, en términos comparativos, de la existencia de ejemplares de mayor talla y peso medio.

Analizando los resultados obtenidos es evidente que la pesquería de merluza se explota de forma ineficiente. El valor actual de biomasa dista bastante del nivel de equilibrio obtenido en cada escenario, mientras que el nivel de esfuerzo que están ejerciendo ambas flotas es sensiblemente mayor al obtenido en la solución de único dueño.

En los Cuadros III, IV, V y VI se muestran los valores estimados de los precios de equilibrio de las cuotas (s) y de las licencias (l) para ambas flotas, respectivamente. Hemos contemplado diversos escenarios en función de su duración (n): perpetua, veinticinco, diez, cinco años y anual.

En estos cuadros se constata como a medida que se incrementa la tasa de descuento se produce un descenso generalizado de los precios de equilibrio de las cuotas y licencias de las flotas de arrastre y artesanal. En el caso de los derechos transitorios, esta disminución obedece al descenso en el precio sombra del recurso (μ), mientras que en el caso de los derechos plurianuales se debe fundamentalmente a la mayor preferencia por los ingresos presentes (δ aparece en el denominador de las expresiones de los precios).

En los Cuadros III y IV, y salvo en el caso de las cuotas transitorias ($n = 1$), podemos constatar como los precios de las cuotas son mayores para la flota artesanal. Esto se debe fundamentalmente a que, en un estado estacionario, esta flota obtiene beneficios superiores y, por lo tanto, estará en disposición de pagar más a la sociedad que la flota de arrastre por operar en la pesquería.

Cuadro III: Precios de equilibrio (ptas/Tm) de las cuotas individuales para la flota de arrastre.

$\delta(\%)$	$n = \infty$	$n = 25$	$n = 10$	$n = 5$	$n = 1$
1	65083058	14396321	6193472	3174138	601034
5	12567781	8967051	4945036	2779983	562922
10	6047865	5551426	3822980	2379649	522842

Cuadro IV: Precios de equilibrio (ptas/Tm) de las cuotas individuales para la flota artesanal.

$\delta(\%)$	$n = \infty$	$n = 25$	$n = 10$	$n = 5$	$n = 1$
1	102374990	22645268	9742268	4992887	601034
5	20369843	14533827	8014931	4505806	562922
10	10129636	9298145	6403151	3985701	522842

Por otro lado y como es lógico, el precio de las cuotas disminuye a medida que descien- de la duración de las mismas. Esto se debe a que el precio de equilibrio recoge la renta que generará la utilización de los derechos en el período contemplado (dependiendo de la canti- dad emitida por el regulador). Cuanto menor sea la duración, menor será la renta generada y, en consecuencia, menor será el precio. Este resultado también se obtiene, obviamente, en el sistema de licencias.

En los Cuadros V y VI podemos observar como el precio de equilibrio de las licencias transitorias ($n = 1$) es superior para la flota de arrastre ya que en su estimación interviene la productividad marginal del input variable de cada flota y esta es mayor en el caso del arrastre. En cambio, el precio eficiente de las licencias plurianuales es superior para la flota artesanal por motivos similares a los comentados en el caso de las cuotas.

Cuadro V: Precio de equilibrio (ptas/día) de las licencias de la flota de arrastre.

δ (%)	$n = \infty$	$n = 25$	$n = 10$	$n = 5$	$n = 1$
1	26792736	5926532	2549666	1306697	145708
5	3935600	2808032	1548538	870552	103807
10	1513054	1388855	956433	595341	77028

Cuadro VI: Precio de equilibrio (ptas/día) de las licencias de la flota artesanal.

δ (%)	$n = \infty$	$n = 25$	$n = 10$	$n = 5$	$n = 1$
1	93129399	20600150	8862434	4591974	75425
5	17193823	12267710	6765242	3803260	65548
10	5023810	7295175	5023810	3127117	56589

5.- LAS POSIBILIDADES DE INTERVENCION.

Si comparamos las soluciones estacionarias de único dueño con la situación actual en la pesquería, es obvio que es necesario regular la pesquería. Esta intervención implicará una notable reducción en la presión actual sobre el stock de merluza.

Dadas las formas funcionales utilizadas en la estimación de las ecuaciones de crecimiento y producción, y asumiendo que el esfuerzo es perfectamente maleable (transferible a actividades alternativas), la trayectoria óptima de aproximación a la solución eficiente es la más rápida posible a través de controles bang-bang: tasa de actividad nula para ambas flotas. Partiendo del nivel de stock existente en 1996 (18018 Tm) para alcanzar el valor óptimo del mismo serían necesarios de tres a cuatro años, según los escenarios contemplados, sin ejercer esfuerzo en la pesquería (Cuadro VII).

Pero tanto social como políticamente sería poco factible una aproximación de este tipo. Por ello, una de las posibles vías de actuación podría consistir en la aplicación de TAC que permitiesen el crecimiento de la población de merluza. Dependiendo de la capacidad y criterio del regulador, esta política transitoria podría durar más o menos tiempo. El regulador puede aplicar un TAC constante comprendido entre las 5000 y 9000 Tm anuales (este último es el TAC decidido por la UE para los años 1996 y 1997). La duración estimada de este proceso transitorio sería de seis a trece años, según los diferentes escenarios (Cuadro VII).

Una vez alcanzada la trayectoria óptima, la forma para asegurar que la explotación de la pesquería se mantenga en el correspondiente equilibrio eficiente consistirá en introducir alguno de los mecanismos de regulación propuestos. Estos instrumentos los hemos estimado suponiendo que se cumplen las restricciones asumidas en el modelo. Pero la regulación pesquera en el mundo real adquiere una gran complejidad, ya que a los aspectos biológicos y económicos se deben añadir otros de índole social, político y jurídico. Estas dificultades se reflejan en las diversas experiencias de regulación realizadas⁹.

⁹ En este sentido, es de especial interés la revisión de experiencias de regulación efectuada por R.E. Townsend (1990).

Cuadro VII: Duración del período transitorio en función de diferentes TAC (en Tm).

	0	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
X(1)	19923	14923	13923	12923	11923	10923
X(2)	32448	21433	19164	16868	14542	12184
X(3)	45863	29174	25566	21833	17953	13891
X(4)	58624	37530	32728	27625	22137	16123
X(5)		45851	40144	33915	26966	18924
X(6)		53613	47339	40325	32220	22285
X(7)			53956	46509	37634	26132
X(8)				59209	42950	30334
X(9)					47957	34723
X(10)					52511	39122
X(11)						43372
X(12)						47347
X(13)						50964

Estos resultados se estimaron utilizando la aproximación: $X(t+1) = 28.91 X(t)^{0.70944} - TAC(t)$; y $X(0) = 18018 Tm$, dato correspondiente a la biomasa de reproductores del stock de merluza facilitados por el I.C.E.S. para 1996 (último año disponible).

En general, el sistema de licencias suele ir acompañado de un exceso de capitalización en la pesquería. A lo que debemos añadir la frecuente dificultad para medir el esfuerzo y la mayor necesidad de control de la pesquería (respecto a otros sistemas de regulación como el de las ITQ) dado que se debe controlar la cantidad de input variable y la tecnología de cada flota, además del nivel de stock. No obstante, también presenta ventajas relacionadas con los problemas de medición de stocks, sobre todo en especies pelágicas; pues para estos casos las cuotas determinadas por el gestor (especialmente las de carácter perpétuo) difícilmente serían las apropiadas.

Por su parte, el sistema de ITQ todavía es muy reciente, pero en casi todos los casos observados ha supuesto una reducción en los niveles de esfuerzo y número de pescadores, y una mejoría de los stocks naturales, eficiencia y beneficios de la pesquería¹⁰. Sin embargo, presenta inconvenientes relacionados con el ciclo de vida en especies pelágicas, los descartes, tendencia a la concentración empresarial y posible repercusión sobre la estructura socioeconómica de algunas zonas pesqueras.

Dadas las características de la actividad económica en esta pesquería, tanto las licencias como las cuotas podrían tener las siguientes características: duración plurianual, emisión gratuita, transferibilidad limitada y mixtas (solo en el caso de ITQ). Podemos concretar y justificar cada una de ellas algo más.

Un período de duración no perpetuo (por ejemplo diez años) permitiría amortizar las posibles inversiones realizadas por los pescadores derivadas del cambio del sistema de gestión y replantear el sistema en caso necesario sin un coste demasiado elevado para el regulador. Además evitaría las reticencias que previsiblemente mostraría la administración a la concesión de derechos perpetuos. La emisión gratuita reduciría la posible oposición de

¹⁰ A estos efectos, veáanse los informes de la OCDE citados en la bibliografía.

los pescadores al cambio de situación. La transferibilidad de los derechos debería referirse y limitarse a modalidades de pesca (en caso contrario el esfuerzo ejercido por cada una se distanciaría del nivel estacionario repercutiendo en el punto de equilibrio de la biomasa de merluza) y en mantener un determinado porcentaje por región para asegurar la continuidad de las comunidades pesqueras. Por último y dado que las flotas capturan otras especies, es conveniente que se apliquen cuotas mixtas (solo con ITQ) para todas las especies comerciales, de tal forma que los pescadores pudiesen adecuar sus capturas a lo largo de los diez años (con la salvedad que detallamos más abajo) o intercambiar cuota en el mercado. Podría ocurrir que la cuota global de merluza se agotase antes que la del resto de especies; en cuyo caso, las flotas seguirían faenando y capturando merluza de forma accidental. En estas circunstancias y para evitar el descarte de estas capturas o su desvío a mercados ilegales, el regulador podría incluir la posibilidad de legalizar esos desembarques con cargo a cuotas de años sucesivos pero obligando a los pescadores a equilibrar su cuota cada dos o tres años.

Por otro lado, cualquiera que sea el sistema de regulación seleccionado por el gestor, debe ser controlado para que se produzcan los resultados esperados. El número de puertos de descarga parece lo suficientemente manejable como para permitir un fácil control de las capturas de cada especie o de las entradas y salidas de cada buque. Asimismo, los registros diarios de las capturas que realicen los buques (en cuanto a tipo de especies y cantidad) debe ser lo más detallado posible para facilitar el control de la pesquería y el seguimiento del estado del recurso.

Además, el sistema seleccionado se podría complementar con la aplicación de temporadas y zonas de veda (permitiría el desove y reduciría la captura de ejemplares inmaduros) y reservar zonas diferenciadas de pesca para el arrastre y para la flota artesanal (evitaría posibles conflictos entre las flotas).

Finalmente, debemos decir que somos conscientes de la simplificación realizada para modelizar una realidad sumamente compleja y, por lo tanto, las conclusiones a las que hemos llegado deben tomarse con prudencia. Estos resultados podrían ajustarse más si se sigue analizando esta pesquería introduciendo algunas modificaciones o extensiones del modelo planteado. Así, por ejemplo, en los aspectos biológicos se podría experimentar con otras formas funcionales para describir el crecimiento natural del recurso pesquero, considerar diferentes funciones de crecimiento en función de la edad de los peces (no olvidemos que las dos flotas inciden sobre individuos de diferentes edades), tener en cuenta las interrelaciones especiales entre ambos grupos de edad (canivalismo, por ejemplo). Otras líneas de extensión se podrían relacionar con la incorporación de precios y costes no constantes, con la consideración de la incertidumbre, con la incorporación de un esquema multiespecies o con el tratamiento y resolución del problema como un juego cooperativo en el que pueden o no existir pagos laterales.

En cualquier caso, creemos que los resultados obtenidos en nuestra aplicación ofrecen una información muy orientativa del camino que puede seguir la administración pesquera a la hora de diseñar medidas de política económica y, al menos, constituyen una base sobre la que el regulador puede adoptar decisiones con menores probabilidades de fracaso y conociendo de antemano sus posibles repercusiones.

BIBLIOGRAFIA

- Armstrong, C. (1998): "Sharing a Fish Resource. Bioeconomic Analysis of an Applied Allocation Rule", *Environmental and Resource Economics*, forthcoming.
- Armstrong, C. y Flaaten, O. (1991): "The Optimal Management of a Transboundary Fish Resource - The Arcto-Norwegian Cod Stock", in R. Arnason and T. Bjørndal, eds., *Essays on the Economics of Migratory Fish Stocks. Studies in Contemporary Economics*. Berlin: Springer-Verlag.
- Bishop R.C. y K.C. Samples (1980): "Sport and Commercial Fishing Conflicts: A Theoretical Analysis", *Journal of Environmental Economics and Management* 7, 220-233.
- Campbell, H.F. y Nicholl, R.B. (1995): "Allocating Yellowfin Tuna Between the Multispecies Purse Seine and Longline Fleets", *Marine Resource Economics* 10 (1), 35-58.
- 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, 92-106.
- Fischer, R.D. y Mirman, L.J. (1992): "Strategic Dynamic Interaction: Fish Wars", *Journal of Dynamics and Control* 16, 267-287.
- Garza Gil, M.D. (1998): "Regulation of the Southern Stock of European Hake", *Environmental and Resource Economics*, 11 (1), 79-92.
- Kaitala, V. y Pohjola, M. (1988): "Optimal Recovery of a Shared Resource Stock: a differential Game Model with Efficient Memory Equilibria", *Natural Resources Modelling* 3 (1), 91-119.
- Kennedy, J.O.S. (1987): "A Computable Game Theoretic Approach to Modelling Competitive Fishing", *Marine Resource Economics* 4 (1), 1-14.
- Larkin, S., Sylvia, G. y Morrissey, M. (1997): "Intrinsic Product Quality and Fisheries Management: A Bioeconomic Model of Inter- and Intra- Seasonal Quota Allocation in the Pacific Whiting Fishery", *American Journal of Agricultural Economics*, forthcoming.
- McConnell, K. y Sutinen, J. (1979): "Bioeconomic Models of Marine Recreational Fishing", *Journal of Environmental Economics and Management* 6, 127-139.
- Munro, G.R. (1979): "The Optimal Management of Transboundary Renewable Resources", *Canadian Journal of Economics* 12 (8), 355-376.
- Munro, G.R. (1990): "The Optimal Management of Transboundary Fisheries: Game Theoretic Considerations", *Natural Resource Modelling* 4, 403-426.
- OCDE (varios años): *Review fisheries in OECD member countries* .
- Stevenson G. (1991): *Common Property Economics. A General Theory and Land Use Applications*. Cambridge University Press.
- Sumaila, U.R. (1995): "Irreversible Capital Investment in a Two-stage Bimatrix Fishery Game Model", *Marine Resource Economics* 10 (3), 163-183.
- Sumaila, U.R. (1997): "Cooperative and Non-Cooperative Exploitation of the Arcto-Norwegian Cod Stock", *Environmental and Resource Economics* 10, 147-165.
- Surís, J.C. y Garza, M.D. (1998): "Explotaciones eficientes en pesquerías multiflota", documento de trabajo presentado en el *Workshop de Economía del Medio Ambiente y los Recursos Naturales*, organizado por el Instituto de Economía Pública de la Univ. del País Vasco, Bilbao 23-24 de Enero de 1998.
- Townsend R.E. (1990): "Entry Restrictions in the Fishery: A Survey of the Evidence". *Land Economics* (Nov) 66 (4). 359-378.