

# CONTRATOS DE PESCA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA TEORÍA DE LA AGENCIA\*

Ma. Carmen Gallastegui\*\*

Elena Iñarra\*\*

Inés Macho-Stadler\*\*\*

## SÍNTESIS

El presente trabajo analiza la racionalidad económica de los contratos de pesca de corto plazo entre países. Estos contratos se formalizan como una relación de Agencia ya que en su diseño entran en juego los dos aspectos centrales de esta literatura: el esfuerzo pesquero no es perfectamente controlable (información asimétrica) y ambos países asignan diferentes valores al *stock* de peces o recurso a explotar (conflicto de intereses). En la segunda parte se estudia la relación entre las técnicas de pesca permitidas y las condiciones de control establecidas por los Estados Costeros utilizando los modelos de "crimen y castigo". En este contexto se muestra la existencia de un arbitraje entre las multas y el control.

## ABSTRACT

This paper examines the economic rationality of short-term fishery contracts between countries. These contracts are formalized as an Agency relationship because the two central aspects of this literature come to play in their design: the fishing activity is not perfectly controllable (asymmetric information) and both countries assign different values to the fish stock or resource to be exploited (conflict of interests). In the second part, a study is made of the permitted fishing methods and the control conditions prescribed by the Coastal Countries by using models of "crime and punishment". Within this context, the existence of an arbitrage between fine (penalties) and control.

\* Agradecemos los comentarios de J.D. Pérez-Castrillo. Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el proyecto UPV-EHU: 209.321-H098/90.

\*\* Departamento de Fundamentos de Análisis Económico e Instituto de Economía Pública. Universidad del País Vasco, Bilbao, España.

\*\*\* Departamento de Economía e Historia Económica de la Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

## CONTRATOS DE PESCA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA TEORÍA DE LA AGENCIA\*

Ma. Carmen Gallastegui  
Elena Iñarra  
Inés Macho-Stadler

### 1. INTRODUCCIÓN

Desde la década de los 70, la teoría de los contratos ha experimentado una notable evolución, tanto a nivel teórico como en sus aplicaciones a problemas concretos. Sin embargo, se han realizado escasas aplicaciones en el área de medio ambiente y recursos naturales. Esto no quiere decir, sin embargo, que no puedan extraerse enseñanzas de la aplicación de la teoría de la información a los problemas de explotación de recursos naturales. Por el contrario, entendemos que es posible aportar nuevas ideas desviándose de los aspectos tradicionales abordados en la teoría sobre la gestión óptima de los recursos renovables<sup>1</sup>. En estos modelos se hace hincapié en la naturaleza dinámica del problema y en las características del contexto institucional en que se realiza la explotación (propiedad común o derechos de propiedad privados). En general, no se establece ninguna distinción entre el propietario del recurso y el agente que lo explota, lo cual hace innecesaria la introducción de elementos de información o de incentivos. Nuestro interés radica precisamente en el análisis de la problemática que se plantea cuando se admite que el propietario del recurso ha de confiar en otros agentes para su explotación, regulándose esta relación a través de contratos.

Este artículo no pretende encontrar resultados nuevos en la literatura de agencia, sino aplicar la literatura existente a un modelo que refleje las características básicas del diseño óptimo de contratos en un problema de pesca. Ello nos exigirá presentar un modelo algo diferente de los habituales, pero en esencia con las mismas características. El lector interesado en una introducción a los modelos de agencia, puede dirigirse a las revisiones de la literatura de Rees

\* *Estudios de Economía*, publicación del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, vol. 20, n°2, diciembre 1993.

<sup>1</sup> Algunas referencias sobre explotación óptima de recursos renovables y, en particular, sobre pesquerías, son Quirk y Smith (1970), Clark, Clarke y Munro (1979) y Gallastegui (1983).

(1987) y Ricart-i-Costa (1987), o al capítulo correspondiente de los libros de Rasmusen (1987a) y Kreps (1990).

Aplicaremos el enfoque de incentivos a la explotación de un recurso natural: la pesca. Esta elección está justificada porque los contratos de pesca entre países han adquirido una importancia creciente desde la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Ley del Mar en 1982. En dicha reunión se propuso el establecimiento de un sistema de derechos de propiedad sobre los recursos pesqueros, definiéndose las *zonas económicas exclusivas* con una extensión de 200 millas. La asignación de derechos supuso que, en la práctica, el 90 por ciento de los recursos pesqueros pasaran a ser controlados por los países costeros generándose así los correctos incentivos al propietario de los mismos para explotarlos "óptimamente". Además, la medida implicó la existencia de beneficios potenciales que podían obtenerse mediante contratos pesqueros, dada la amplia diferencia existente entre países con respecto a los recursos disponibles y a la tecnología pesquera. De hecho, algunos *estados costeros* tienen una limitada tradición y una pobre tecnología pesquera mientras que otros estados que han de pescar en aguas territoriales situadas a gran distancia de sus costas disponen de la tecnología adecuada para explotar el recurso. Como consecuencia, tras la Conferencia se produjo un incremento sustancial en el número de contratos pesqueros entre países.

El primer intento de aplicar la teoría de contratos o de introducir elementos de Agencia en un problema de optimización dinámica de la gestión de un recurso renovable se debe a Clark y Munro (1986). Dadas las características de su modelo (con dos participantes y en el que ambas partes son neutrales al riesgo), el trabajo, a nuestro entender, no consigue capturar el problema que se presenta cuando existe una relación de Agencia.<sup>2</sup> De ahí que sea de interés retomar el problema y analizar los contratos pesqueros en un contexto en que tanto el conflicto de intereses como el problema informacional queden perfectamente modelados.

El objetivo del artículo es analizar los contratos de pesca óptimos entre los *estados costeros* y los *estados pesqueros* situados a una larga distancia (EC y EP

<sup>2</sup> En los modelos de agencia con dos participantes en los que ambos son neutrales ante el riesgo, el arbitraje entre incentivos y reparto óptimo del riesgo no existe. La razón es que si el principal y el agente son neutrales, cualquier reparto del riesgo entre ambos es equivalente desde el punto de vista de la eficiencia (ver por ejemplo, Holmström (1979), Shavell (1979)). Es preciso señalar, sin embargo, que el supuesto de neutralidad ante el riesgo de los participantes no invalida el problema de agencia si se trata de una situación con varios agentes involucrados en un proceso de producción conjunta (ver por ejemplo, Alchian y Demsetz (1972), Holmström (1982), Mookherjee (1984)). Ello es debido a que en los modelos de producción conjunta es imposible identificar las aportaciones individuales. Por ello, el problema de fondo no es únicamente el de reparto de riesgo sino también los problemas de polizón (free-rider) que no desaparecen con neutralidad ante el riesgo.

desde este momento).<sup>3</sup> Un EP puede definirse como un estado pesquero con una flota que opera lejos de sus propias aguas territoriales, mientras que un EC representa a una nación que tiene bien definidos sus derechos de propiedad sobre los recursos pesqueros, pero no dispone de una tecnología adecuada para poder explotarlos completamente por lo que prefiere ceder el derecho de uso a otro país a cambio de un pago.

Por lo tanto, el trabajo parte de la base, que el EC y el EP presentan diferentes dotaciones de recursos pesqueros así como diferente tecnología pesquera. La situación estilizada sujeta a estudio puede describirse como sigue:

- i) El EC no posee tecnología apropiada o flota para explotar por sí mismo sus propios recursos (o para explotarlos en exclusiva) lo que explica su interés por llegar a un acuerdo con uno o varios EPs. Por el contrario, los EPs aunque dotados de una apropiada tecnología, se encuentran imposibilitados para ejercer esta actividad al no disponer de recursos (o disponerlos en cantidades muy escasas) dentro de sus propias aguas territoriales. Este supuesto justifica la existencia de un contrato entre ambos países.
- ii) El EC no puede observar directamente el esfuerzo ejercido sobre el recurso por el EP lo que implica que los contratos deben diseñarse teniendo en cuenta la información imperfecta que los ECs poseen acerca de las acciones realizadas por los EPs.

Dada la problemática que acabamos de presentar, el enfoque adecuado para estudiar estos aspectos es el modelo del Principal-Agente. Los elementos principales de los modelos de Principal-Agente están presentes en las relaciones entre EC y EP. En primer lugar, las funciones objetivo de ambos participantes no son similares. En nuestro caso, los EPs no tienen en cuenta el hecho de que el *stock* de peces es un recurso renovable cuya explotación puede generar ingresos a lo largo de distintos períodos de tiempo y no se interesará, por lo tanto en explotación óptima de los recursos pesqueros. Los ECs deberán administrar óptimamente sus propios recursos asegurando su conservación y exigiendo las técnicas pesqueras más adecuadas. En segundo lugar, la *modelización* de la relación de Agencia permite la introducción en el análisis de asimetrías de información entre los participantes. Así, es posible "modelar" el hecho de que la actividad pesquera de EP no pueda observarse perfectamente, aunque sí los resultados de la campaña de pesca.

El contrato establece la cantidad que se debe pagar por el derecho a pescar (la licencia), el pago por captura (el canon) y las multas asociadas a infracciones de los términos del contrato (zonas de pesca, técnicas permitidas).

<sup>3</sup> Hemos adoptado una terminología similar a la utilizada por Clark y Munro (1986) y Munro (1988).

El análisis nos permitirá discutir acerca de (a) la forma de los contratos de pesca en lo que se refiere al pago fijo y al canon en función de las capturas y (b) el establecimiento de las técnicas permitidas en la pesca y las condiciones de control se lleva a cabo utilizando la metodología de "crimen y castigo". En particular analizaremos el arbitraje entre la intensidad del control y el tipo de multas que el EC debería imponer.

Finalmente, señalamos que nuestro modelo solamente considera contratos pesqueros de corto plazo, diferenciándose así del trabajo de Clark y Munro en el que se supone que las relaciones entre países son de largo plazo. El interés por estudiar contratos pesqueros de corto plazo, además de deberse a una razón de realismo ya que los contratos observados<sup>4</sup> entre los EPs y los ECs duran normalmente uno o muy pocos años, tiene también una justificación teórica. Esta descansa en resultados teóricos importantes que han conseguido probar que es posible conseguir tan buenos resultados (eficiencia en el sentido de Pareto) a largo plazo como a corto replicando los acuerdos óptimos a corto plazo indefinidamente<sup>5</sup>. Sin embargo, si durante el período en el que el contrato es válido aparece nueva información relevante, los contratos de largo plazo requieren renegociaciones continuas para poder incluir este tipo de contingencias. La flexibilidad opera en favor de los contratos de corto plazo por cuanto permiten reaccionar ante eventualidades aleatorias sin incurrir en costos adicionales excesivos.

El artículo se organiza como sigue. La sección 2 contiene un modelo de Principal-Agente que determina el esquema adecuado de pagos que inducirá al EP a ejercer el nivel de esfuerzo deseado por el EC. El modelo consigue racionalizar los contratos a corto plazo en los que los pagos son una función creciente de las capturas. Dando un paso más y teniendo en cuenta que, en la realidad, lo que se observa son contratos lineales que incluyen un pago fijo (la licencia) y un precio por tonelada capturada, el trabajo analiza las condiciones bajo las cuales es posible racionalizar estos contratos que evitan mecanismos de pagos más complejos y difíciles de poner en práctica. La sección 3 contiene dos modelos que relacionan multas e intensidad de control, donde el EC desea inducir al EP a aplicar una tecnología correcta que no daña sus recursos. Los medios para alcanzar estos objetivos son el control y las multas. El primer modelo (3.1) solamente considera multas de cuantía fija, mientras que el segundo modelo (3.2) incluye también multas proporcionales. La sección 4 resume las principales conclusiones y discute algunas posibles extensiones.

<sup>4</sup> Por ejemplo, los contratos pesqueros entre España y Angola tienen un año de duración y los establecidos entre España y Guinea Bissau y España y Guinea Ecuatorial tres años de duración. Las licencias en general tienen una duración de tres meses a un año.

<sup>5</sup> Véanse los modelos de Riesgo Moral Repetido: Lambert (1983), Rogerson (1985), Macho-Stadler y Pérez-Castrillo (1988) y Chiappori, Macho, Rey y Salanié (1989).

## 2. CAPTURAS Y PAGOS

### 2.1. El modelo

Se trata de estudiar contratos bilaterales en los que solamente participan dos países: un estado costero y un país pesquero distante. Es importante observar que esto no excluye que un país costero establezca contratos de pesca con más de un país distante. Incluso es posible que un enfoque en el que la explotación del *stock* de peces de un país sea un problema de explotación conjunta pueda parecer más conveniente. Sin embargo, a efectos del problema de diseño óptimo de contratos, la relación entre país costero y país distante que pesca en las aguas del primero es una relación bilateral. Las variables sobre las que se centra el análisis son: la cantidad de capturas, la cuantía del esfuerzo y los pagos (licencias y canones).

Se supone que la tecnología pesquera implica una relación entre el esfuerzo ejercido en la actividad ( $e$ ), el *stock* de peces disponibles ( $X$ ) y las capturas ( $x$ ). El *stock* es un recurso renovable sujeto a sus propias leyes de crecimiento y reproducción y la variable esfuerzo representa un indicador de la mano de obra y el capital utilizados en la pesquería; mide factores como la capacidad del barco, el poder de pesca, el número de viajes, etc.

Aun teniendo presente de los problemas que la evaluación del esfuerzo plantea en los análisis de las pesquerías, suponemos que la variable esfuerzo está bien definida y que existe una relación fija entre el capital y la mano de obra empleada en la actividad. Para "modelar" una relación de Agencia, y su correspondiente problema de riesgo moral, el modelo considera situaciones donde la variable esfuerzo no es observable por el EC considerado aunque éste si puede observar las capturas sin incurrir en ningún costo. Esta situación es realista ya que el esfuerzo de pesca, tiempo dedicado, artes utilizadas del EP no son fácilmente controlables por el EC.

Defínase  $\{e_1, e_2, \dots, e_m\}$  como el conjunto de niveles de esfuerzos posibles, siendo  $e_i$  uno de ellos. Sea  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  el conjunto potencial de capturas, donde  $x_j$  es una cualquiera de ellas. Las capturas son observables sin costo. (Por ejemplo, las capturas deben ser descargadas y pesadas en algún puerto concreto del EC). Dado que la actividad pesquera se realiza en diferentes condiciones ambientales (clima, localización del *stock*, etc.), se "modela" la incertidumbre sobre las capturas suponiendo que la naturaleza modifica aleatoriamente el conjunto de posibles resultados que pueden obtenerse con diferentes niveles de

esfuerzos. Sea  $\text{Prob}(x_j/e) = P_j(e)$  la probabilidad de que ocurra el resultado  $x_j$  condicionada al esfuerzo, donde  $P_j(e) > 0$ , para todo  $j, e$ , y  $\sum_{j=1}^n P_j(e) = 1$ .<sup>6</sup>

Veamos ahora cómo valora el EC su recurso natural. En muchos modelos bioeconómicos de pesca se supone que las capturas reducen el *stock* instantáneamente (una tonelada de captura en el período  $t$  reduce el *stock* en la misma cantidad en el mismo período). Consecuentemente, el *stock* en el período  $t+1$  vendrá dado por:

$$E(X_{t+1}) = X_t + F(X_t) - E[x_t(e), X_t],$$

donde  $E$  es el operador esperanza matemática,  $F(X_t)$  representa el crecimiento neto de la población,  $X_{t+1}$  el peso agregado o biomasa del *stock* en el período  $t+1$  y el último término indica las capturas esperadas en toneladas.

La gestión de las pesquerías se caracteriza por ser un problema intertemporal que debe tratarse en un contexto dinámico. De hecho, si  $X_0$  es el *stock* de peces en el momento inicial, al final del período (ignorando de momento la incertidumbre sobre las capturas), el *stock* sería  $X_1 = X_0 + F(X_0) - x_0$ , donde  $X_1$  denota el *stock* final.

Como ya se señaló, este trabajo se centra en el análisis de los incentivos que surgen en el diseño de los contratos, dejando de lado los aspectos dinámicos. Sin embargo, es preciso incluir en el modelo el hecho de que la disminución del *stock* generado por las capturas (en situaciones distintas a las de un equilibrio estacionario) suponen una pérdida para el EC que hay que comparar con los ingresos que obtendrá al permitir que en su zona exclusiva se realicen actividades pesqueras. Para obtener una evaluación monetaria de esta pérdida, se supondrá que el EC (el Principal) asigna un precio sombra  $\beta$  a cada tonelada de captura. Esta evaluación monetaria puede derivarse de la solución del problema de control que el EC resolverá antes de entrar en negociaciones.

Si el EC es neutral frente al riesgo, su función objetivo puede representarse como:

$$E \{ T(x(e)) - \beta(x(e)) \},$$

donde el valor esperado de la actividad depende del esfuerzo pesquero. El primer término representa los ingresos obtenidos mediante el contrato, y el segundo es

<sup>6</sup> Básicamente esto implica suponer que la función de producción de un determinado período se define como  $x = g(e, X, \Theta)$ , donde  $X$  es el *stock* de peces y  $\Theta$  es una variable aleatoria que representa el estado de la naturaleza. La distribución de la variable aleatoria de rango finito y la función de producción inducen una distribución sobre capturas, condicionado al esfuerzo del agente.

el valor asignado a la pérdida del *stock*, o más exactamente, la función que refleja el costo para el EC de sufrir una disminución de  $x$  en su *stock*.<sup>7</sup> En este contexto el EC (el Principal) desea diseñar un contrato que incentive al EP (el Agente) a ejercer un determinado nivel de esfuerzo que se calculará teniendo en cuenta las dos posibilidades existentes en la gestión de la pesquería: obtener ingresos en el presente permitiendo la pesca o la obtención de mayores recursos pesqueros en el futuro si conserva el *stock*. Antes de entrar en negociaciones, el EC habrá de decidir cuál es el nivel de esfuerzo o de capturas que desea que el EP ejerza en la pesquería. Nótese, además, que este nivel de esfuerzo decidido por el EC tiene que satisfacer la condición adicional de que sea voluntariamente aceptado por el EP y, por lo tanto, debe ser tal que maximice la función objetivo del Agente que se especifica a continuación.

La situación en la que se encuentra el EP es la siguiente: obtiene las capturas ejerciendo un esfuerzo no observable por el EC. Como consecuencia del contrato (que le permite pescar) tiene que pagar una determinada cantidad  $T(x)$  que depende de la única variable observable  $x$ . Las capturas sólo pueden obtenerse mediante el ejercicio del esfuerzo cuyo costo unitario viene representado por  $w$ . La función objetivo del agente, que se modela como averso al riesgo, se representa mediante una función de utilidad von Neumann-Morgensten separable en ingresos y esfuerzo<sup>8</sup>:

$$U [px(e) - T(x(e))] - T(x(e)) - w(e),$$

donde  $p$  es el precio de mercado exógeno para el EP. El producto de la pesca se vende en un mercado perfectamente competitivo. La aversión al riesgo implica que

$$U' > 0, w' > 0, U'' < 0, w'' \geq 0,$$

esto es, la función objetivo del EP es creciente en el beneficio de la pesca y estrictamente cóncava.

Para que el EP acepte el contrato, es preciso garantizarle una utilidad de reserva  $\underline{U}$  que se supone constante y conocida.

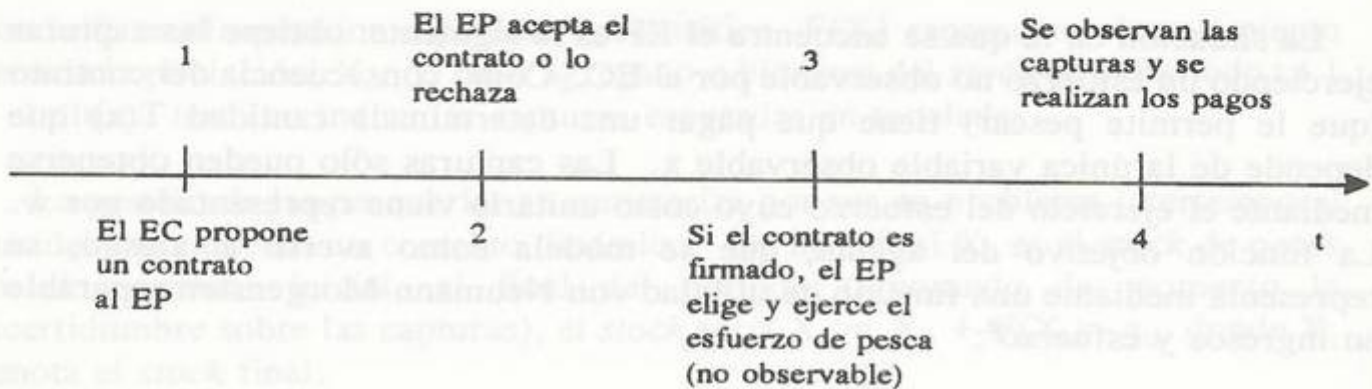
<sup>7</sup> La repetición de este modelo de un solo período modificaría el valor de  $\beta$ . La manera en la que  $\beta$  pudiera variar depende de diversas hipótesis. Sin embargo, si el EC desea explotar los recursos eficientemente, las condiciones necesarias en el problema de control implicaría cambios en  $\beta$  relacionados con la productividad total del *stock*. Nótese que el *stock* es productivo en dos maneras diferentes: influye en la productividad del esfuerzo, en la industria pesquera y, al mismo tiempo, afecta el crecimiento natural del recurso.

<sup>8</sup> La introducción de este supuesto es habitual en los modelos de Principal-Agente. La separabilidad aditiva implica que el grado de aversión al riesgo es independiente del esfuerzo del Agente. Ello garantiza la saturación de la condición de participación simplificando considerablemente el tratamiento formal del problema.



En el marco tradicional de Principal-Agente, el EC tiene que diseñar un contrato sobre la base de "tómalo o déjalo". Además, dado que las funciones objetivo son diferentes y que existe información asimétrica, en el sentido de que el Agente elige una acción que no es observable por el Principal, el EP elegirá aquella acción que maximice su utilidad esperada después de firmar el contrato. Consecuentemente, el EC necesita tener en cuenta el hecho de que el contrato debe inducir al EP a realizar el nivel de esfuerzo adecuado. El desarrollo temporal del juego está resumido en el esquema 1.

### ESQUEMA 1



El juego que se define tiene varias etapas. El concepto de equilibrio natural para esta clase de juegos es el equilibrio *bayesiano* perfecto en subjuegos. Esto quiere decir que comenzamos por la última etapa donde hay una decisión de EC o EP<sup>9</sup>. En el momento 3 el EP decide su esfuerzo de pesca. El contrato ya ha sido firmado y, por tanto, nada le impide elegir el nivel de esfuerzo que desee. (Sobre todo porque este nivel de esfuerzo no es una variable contractual.) A esta condición se le llama condición de incentivos. En la etapa 2, dado el esfuerzo que elegirá en lo que sigue, el EP decide si acepta el contrato que le propone el EC o no lo acepta. Esta etapa determina lo que se llama condición de participación. Finalmente, en la etapa 1, el EC tiene que diseñar el contrato que propondrá a EP, sabiendo que debe aceptarlo y que EP luego elegirá el esfuerzo que, dado el contrato, más le convenga. En términos formales, esto implica que el problema de maximización del EC, que determina el contrato óptimo, está sujeto a dos restricciones: la restricción de participación y la restricción de compatibilidad de incentivos<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> En el último paso del juego, la naturaleza decide cuál será el nivel de capturas condicionado al esfuerzo. Por eso necesitamos trabajar en esperanzas y considerar un equilibrio bayesiano.

<sup>10</sup> La naturaleza de la utilidad de reserva constituye una parametrización del problema. Sin embargo, la forma específica del contrato óptimo es *robusta* a las variaciones de  $L$ .

El EP no se preocupa por el nivel de *stock* y, dado que el esfuerzo no es verificable, tiene tendencia a pescar demasiado en relación a los deseos de EC. Teniendo en cuenta este hecho, el Principal intenta mediante el contrato limitar el daño, induciendo al Agente a elegir el nivel de esfuerzo más bajo que el que EP desea. Este hecho permite definir el nivel de esfuerzo  $e^*$ , más allá del cual se origina un daño inaceptable para el *stock* del EC. Este país seleccionará aquel contrato pesquero que maximice su función objetivo (sus ingresos) pero limitada superiormente por  $e^*$  y que puede escribirse como

$$\max_{T(x_j)} \sum_{j=1}^n P_j(e^*) (T(x_j) - \beta(x_j))$$

sujeta a las condiciones de participación y de compatibilidad de incentivos.

i) La condición de participación es:

$$\sum_{j=1}^n P_j(e^*) U[px_j - T(x_j)] - w(e^*) \geq L$$

ii) La restricción de compatibilidad de incentivos (requiere que el EP nunca elija un esfuerzo superior a  $e^*$ ) es:

$$\sum_{j=1}^n P_j(e^*) U[px_j - T(x_j)] - w(e^*) \geq \sum_{j=1}^n P_j(e^i) U[px_j - T(x_j)] - w(e^i) \quad \forall e^i > e^*$$

La condición de participación requiere que el EP prefiera pescar en las aguas del EC más que en algún otro lugar o simplemente no pescar. La condición de incentivos, por su parte, tiene en cuenta el hecho de que el EP actúa una vez definido el contrato, lo cual exige que éste se diseñe de forma que incentive a este país a elegir el nivel deseado de esfuerzo  $e^*$ .

Denotando por  $\lambda, \mu_i$  (for  $i = * + 1, \dots, m$ ) los multiplicadores correspondientes de las restricciones de participación y compatibilidad de incentivos, la función de Lagrange es:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & \sum_{j=1}^n P_j(e^*) (T(x_j) - \beta(x_j)) + \lambda \left( \sum_{j=1}^n P_j(e^*) U[px_j - T(x_j)] - w(e^*) - L \right) + \\ & + \sum_{i=*+1}^m \mu^i \left[ \sum_{j=1}^n (P_j(e^*) - P_j(e^i)) U[px_j - T(x_j)] - w(e^*) + w(e^i) \right] \end{aligned}$$

Las condiciones de primer orden para este problema son:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial T(x_j)} = P_j(e^*) - \lambda [P_j(e^*) U' [px_j - T(x_j)]] - \sum_{i=**+1}^m \mu_i (P_j(e^*) - P_j(e^i)) \cdot U' [px_j - T(x_j)] = 0$$

Dividiendo por  $P_j(e^*)$  y  $U' [px_j - T(x_j)]$  y después de algunas operaciones, la anterior expresión puede escribirse como:

$$\frac{1}{U' (px_j - T(x_j))} = \lambda + \sum_{i=**+1}^m \mu_i \frac{P_j(e^*) - P_j(e^i)}{P_j(e^*)} \quad (1)$$

La ecuación (1) define el contrato eficiente en nuestro contexto. Las propiedades de este contrato se discuten en la siguiente sección.

Sin embargo, ya podemos señalar aquí un hecho común en los problema de agencia. En la determinación del esquema de pagos óptimo no interviene directamente el costo que el nivel de capturas tiene para el Principal. En otras palabras, la forma del mecanismo de pago no depende de la función  $\beta(x)$ . Ello es debido a que cualquier mecanismo de pago que maximice los beneficios del principal debe, en particular, maximizar los ingresos asociados a un esfuerzo de pesca dado. Por tanto, a esfuerzo dado, podemos calcular el sistema óptimo de pagos. Obviamente, éste depende del esfuerzo que se persigue. Este procedimiento propuesto por Grossman y Hart (1983) permite discutir la forma de los contratos sin tener que profundizar en otros aspectos de la relación. Para calcular el nivel óptimo de esfuerzo, que nosotros hemos denominado  $e^*$ , el procedimiento a seguir es el siguiente. Una vez calculado el contrato óptimo en función del esfuerzo, es posible escribir la función de ingresos del EC en función de aquel, lo que permite reescribir la función de beneficios únicamente en función de la variable esfuerzo y calcular su nivel óptimo. En esta decisión interviene explícitamente la función  $\beta(x)$ .

## 2.2. Propiedades de los contratos de pesca

a) Para poder analizar las propiedades de los contratos de pesca es conveniente presentar inicialmente la solución óptima o situación de referencia. En los modelos de Principal-Agente, ésta viene dada por el análisis del caso de información simétrica, es decir, la situación óptima. En estas condiciones, un contrato eficiente u óptimo de Pareto ha de maximizar la utilidad de una de las

partes contratantes dada la situación del otro participante en el contrato. Analíticamente, el programa de maximización se define como:

$$\begin{aligned} & \max_{T(x_j)} \sum_{j=1}^n P_j(e^*) [T(x_j) - \beta(x(e^*))] \\ & \text{s.a.} \quad \sum_{j=1}^n P_j(e^*) U [px_j - T(x_j)] - w(e^*) \geq L \end{aligned}$$

Nótese que la modificación continua de  $L$  proporcionaría toda la frontera *paretiana*. Advertase, asimismo, que el esfuerzo es controlable, de manera que no existe la restricción de compatibilidad de incentivos. También es preciso resaltar que, dado que hemos definido el nivel de esfuerzo  $e^*$  como el nivel de explotación óptimo del recurso, el esfuerzo de pesca que el EC desea permitir tanto con información simétrica como bajo asimetría de información es el mismo:  $e^*$ . Esto está reflejado en el hecho de que, en ambos casos, el programa que resuelve no decide el esfuerzo que considera aceptable sino sólo el contrato más adecuado. Si el esfuerzo en las dos situaciones fuera distinto, nada cambiaría de forma sustancial. Si se plantea la función lagrangiana para este programa y se deriva respecto a  $T(x_j)$ , se obtienen las condiciones de primer orden para  $j=1,2,\dots,n$ :

$$\frac{1}{U'(px_j - T(x_j))} = \lambda' \quad \forall j \quad (2)$$

que implica que  $px_j - T(x_j) = \text{constante}$ ,  $\forall j$ , donde  $\lambda'$  es el multiplicador de la restricción de participación.

Sustituyendo (2) en la restricción de participación se obtiene:

$$\sum_{j=1}^n P_j(e^*) U[px_j - T(x_j)] - w(e^*) = L \quad \Leftrightarrow \quad U[px_j - T(x_j)] - w(e^*) = L,$$

esto es,  $T^{PO}(x_j) = px_j - U^{-1}(L + w(e^*))$  (3)

El contrato de óptimo  $T^{PO}$  asociado al nivel de esfuerzo  $e$  viene dado por la ecuación (3). En este contrato el EP obtiene exactamente  $L$ . (Nótese que la forma particular del contrato es independiente del nivel de  $L$ ). En la solución eficiente, el EP pagará al EC una cantidad igual a la diferencia, bajo cualquier posible circunstancia, entre el valor de las capturas y el costo de oportunidad  $L$  más el

costo del esfuerzo  $w(e^*)$ . Dado que el Principal es neutral al riesgo y el Agente es averso, la eficiencia requiere que el Agente esté totalmente asegurado.<sup>11</sup>

b) Considérese ahora el óptimo subsidiario donde la condición de incentivos juega un papel importante. Dada la existencia de información asimétrica, el contrato óptimo no satisfará la ecuación (2) si no la (1).

La comparación entre ambas ecuaciones sugiere algunos comentarios acerca de la relación entre  $T(x_j)$  y  $x_j$  en la situación del óptimo subsidiario.

i) En primer lugar, el cociente  $\frac{P_j(e^*) - P_j(e^i)}{P_j(e^*)}$  que aparece en (1) se conoce

como la razón de verosimilitud e indica la probabilidad relativa de desviación del esfuerzo del EP respecto a  $e^*$ . Así, el pago  $T(x_j)$  depende de esta desviación relativa. Para aquellos resultados  $x_j$  tal que  $P_j(e^*) < P_j(e^i)$ , para todo  $e^i > e^*$ , el  $T(x_j)$  se sitúa sobre el pago medio y viceversa<sup>12</sup> (pues las condiciones de Kuhn-Tucker aseguran que  $\mu_i \geq 0$  para todo i).

ii) Considérense las condiciones de Kuhn-Tucker. Si  $\mu_i > 0$  (for all  $\mu_i = 0$ ), el EC desearía que el EP ejerciera un diferente nivel de esfuerzo. En este caso, la condición de compatibilidad de incentivos es activa. Solamente si  $\mu_i = 0$ , para todo  $i = *+1, \dots, m$ , se alcanzará la solución óptima.

Para poder obtener resultados más definidos acerca de la relación entre los pagos y las capturas, se supondrá que para  $e^* < e^i$ , la razón de verosimilitud

$\frac{P_j(e^*) - P_j(e^i)}{P_j(e^*)}$ , es una función decreciente con  $x_j$ . A esta propiedad se le

denomina en la literatura propiedad de ratio de verosimilitud monótono.<sup>13</sup> Este hecho puede justificarse fácilmente porque cuando las capturas son cuantiosas es natural inferir que el esfuerzo ha sido grande. Bajo el supuesto de la razón de verosimilitud, el lado izquierdo de la ecuación (1) es una función decreciente en  $x_j$ , consecuentemente el lado derecho es una función decreciente en las capturas. Dado que la función de utilidad  $U$  es estrictamente cóncava,  $T(x_j)$  será una función decreciente de las capturas. Esto permite concluir que  $T(x_j)$ , el mecanismo de pagos, es creciente en  $x_j$ .

<sup>11</sup> Si el EC fuera averso al riesgo, la solución óptima implicaría que el riesgo óptimo se compartiría entre ambos participantes. Si el EP fuera neutral, un contrato lineal como los que consideraremos es también óptimo. El aseguramiento total del Agente en este caso se asocia al supuesto de aversión al riesgo sobre EP en el modelo.

<sup>12</sup> Dado que  $\sum_j P_j(e^*) = \sum_j P_j(e^i) \forall e^i$ , tan pronto como la distribución de probabilidades varíe con los niveles de esfuerzos, habrá algún  $j$  tal que  $P_j(e^*) - P_j(e^i) < 0$ ; y otros  $j$  tales que  $P_j(e^*) - P_j(e^i) > 0$ .

<sup>13</sup> Para más detalles véase, por ejemplo el capítulo dedicado a riesgo moral de Varian (1992).

La conclusión de que los pagos son crecientes con las capturas es un resultado general que incluye el caso particular de decrecimiento lineal. El interés por analizar este caso particular se deriva de la linealidad de los contratos en la realidad. En general, los EP pagan una cantidad fija por el derecho a pescar (la licencia) más una cantidad que depende de las capturas (el canon o precio unitario por tonelada de pescado). Estos contratos son los más sencillos con bajos costos de diseño.

Existe otro argumento que justifica la linealidad de los contratos. El argumento se basa en la idea de Holmström y Milgrom (1987), sobre los cambios en la hipótesis de cómo el Agente selecciona su nivel de esfuerzo. Supongamos que el Agente puede elegir su nivel de esfuerzo de una manera secuencial. Esto es, en vez de elegir el nivel de la variable solamente una vez, puede ajustarla a lo largo del período relevante, de acuerdo a los resultados provisionales obtenidos durante el tiempo en que el contrato es válido. En este caso, el Agente ajustará su esfuerzo observando los resultados acumulados, reduciendo o incrementándolo en función de si está por encima o por debajo del nivel prescrito en el contrato. Holmström y Milgrom (1987) prueban que la solución óptima de este juego dinámico coincide con la solución óptima de un modelo de forma reducida en el cual al Agente se le restringe a elegir un esfuerzo constante y el Principal se limita a diseñar una función de pagos lineal. La intuición de este resultado es que el contrato lineal funciona mejor que cualquier otro mecanismo complejo porque permite la misma presión incentivadora durante todo el período. Si el Agente es capaz de responder con estrategias sofisticadas, la mejor respuesta del Principal es diseñar un contrato muy simple, en el cual el pago depende de manera lineal de los resultados observados.

En nuestro marco, cuando nos restringimos a mecanismos de pagos lineales, el contrato adopta la siguiente forma funcional,  $T(x_j) = a + bx_j$ . Es necesario resolver el programa de nuevo con esta restricción. Así, el esquema óptimo de pagos debe ser tal que el precio por unidad de tonelada de capturas debería ser positivo ( $b \geq 0$ ), en caso contrario  $T(x_j)$  no sería creciente con  $x_j$ . Además, dado el "b" óptimo, el parámetro "a" viene definido por la restricción de participación:

$$\sum_{j=1}^n P_j(e^*) U [px_j - a - bx_j] - w(e^*) = L$$

En este caso "a" viene implícitamente definido por esta ecuación y su valor exacto puede obtenerse solamente para formas particulares de la función de utilidad. Por ejemplo, si  $u(x) = x$ , esto es, si el EP fuera neutral al riesgo, entonces puede probarse fácilmente que el contrato lineal óptimo exige  $b = \beta$  y

$$a = \sum_{j=1}^n P_j(e^*) [p - \beta] x_j - w(e^*) = L$$

Como se ha mencionado en la introducción, los acuerdos pesqueros no establecen solamente un esquema de pagos dependientes de las capturas. A menudo los acuerdos incluyen también especificaciones acerca de las técnicas de pesca permitidas o zonas específicas donde puede realizarse esta actividad. En estas circunstancias, los contratos incluyen también la posibilidad de multas a los transgresores de las normas. En lo que sigue, se prestará atención a estas características de los contratos pesqueros.

### 3. MULTAS Y TECNOLOGÍA PESQUERA

En 1968, G. Becker estableció las bases de la "economía del crimen". Este enfoque trata la actividad criminal como una decisión individual racional que depende de la probabilidad de ser descubierto y de los niveles de multas. Esta metodología se ha aplicado a varios contextos económicos<sup>14</sup> y resulta muy útil dentro de nuestro enfoque.

La conservación del recurso recomienda el uso de "buenas" técnicas pesqueras que no dañen el *stock*, en lugar de utilizar aquellas técnicas que pueden reducir excesivamente el futuro nivel del *stock*. Sin embargo, observar la tecnología o las artes utilizadas en la pesca implica incurrir en costos de vigilancia. Una manera en la que los ECs inducen a los EPs a utilizar las técnicas adecuadas es mediante el establecimiento de multas. Este tipo de medidas origina varias cuestiones: ¿Qué tipo de multas debería establecer el EC? y ¿Cuál debería ser la intensidad de vigilancia?

Los modelos que se analizan a continuación suponen que es posible tanto observar la tecnología pesquera utilizada como verificar dicha actividad con exactitud. Esto equivale a suponer que no se producen errores en estas observaciones y que las mismas pueden ser verificadas por los Tribunales. El modelo de multas fijas ilustra un caso muy simple donde existe la posibilidad de aplicar solamente dos técnicas de pesca distintas, y donde la multa es fija y única. Posteriormente se presenta un modelo más general que da lugar al establecimiento de multas proporcionales.

Es preciso señalar que a pesar de ser menos habitual, los modelos que presentaremos a continuación pertenecen también a la literatura de problemas de agencia. En primer lugar, el enfoque habitual es suponer que la información sobre alguna variable verificable correlada con el esfuerzo del agente está disponible sin costo alguno. Sin embargo, hay muchas ocasiones en que esta variable no es revelada gratuitamente. En este caso, el principal, además de

<sup>14</sup> Ejemplo de esto es, la evasión de impuestos y el aparcamiento en doble fila. Veáanse, Calvo y Wellisz (1978), Polinsky y Shavell (1979), Harris y Raviv (1978), Dye (1986), Macho Stadler (1987) y Rasmusen (1987b).

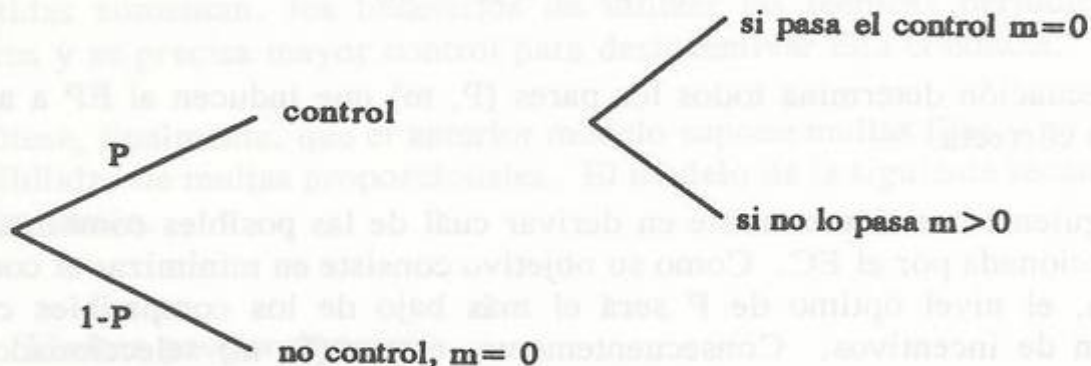
diseñar el esquema de pago óptimo arbitrando entre los objetivos de reparto óptimo del riesgo y provisión de incentivos, debe decidir cuanta información utilizará en el contrato, arbitrando entre su valor para incitar al agente a un costo menor, y el costo de conseguir dicha información. En segundo lugar, en la mayor parte de los modelos de riesgo moral se consideran únicamente mecanismos de pago continuos. Sin embargo, en algunas ocasiones, y en función de la naturaleza de la información disponible, los mecanismos discontinuos, como los que utilizaremos a continuación, son más eficientes.

### 3.1. Multas fijas

Sean  $c_g$  los costos unitarios de una técnica pesquera que causa escaso daño en el recurso, mientras que  $c_b$  es el costo unitario de una técnica pesquera destructiva, donde  $c_g > c_b$ . Supongamos que el EC desea poner en práctica la técnica denotada por  $c_g$ . Por sencillez supondremos que la aleatoriedad entre esfuerzo y resultado no existe, de tal forma que el EC puede imponer una cantidad máxima de capturas  $x$ .

Sea  $P$  la probabilidad de control (por ejemplo, la frecuencia de vigilancia de las patrulleras) mientras  $(1-P)$  denota la probabilidad de no ser controlado. Existe una multa máxima que se denota por  $m$ ; cualquier posible multa se representa por  $m$ ,  $m \leq m$ .<sup>15</sup> Para resolver el modelo es preciso determinar tanto la cuantía de la multa a imponer como la intensidad de control que se necesita para disuadir al EP al aplicar la técnica perjudicial  $c_b$ . Esta situación está ilustrada en el esquema 2.

ESQUEMA 2



<sup>15</sup> Este supuesto refleja el hecho de que existen multas imposibles, ya sea porque resultan excesivas desde un punto de vista ético, porque imposibilitan los acuerdos internacionales, o porque son imposibles de cobrar.



Se supone que el único objetivo del EC es poner en práctica  $c_g$  al costo mínimo, mientras la función de utilidad del EP, que depende del control, viene dada por:

i)  $U [p\bar{x} - T(\bar{x})] - c\bar{x}$  si el control no se aplica o si el control se aplica y  $c = c_g$ .

ii)  $U(p\bar{x} - T(\bar{x}) - m) - c\bar{x}$  si el control se aplica y  $c = c_b$ <sup>16</sup>,

donde  $p$  es el precio de mercado de las capturas y  $T(\bar{x})$  el canon pagado por las capturas  $\bar{x}$ . Sea  $\bar{z} = p\bar{x} - T(\bar{x})$ . Esta es la función objetivo más simple que puede considerarse. La primera parte representa la utilidad de los ingresos netos mientras que la segunda indica el costo de obtener el nivel de capturas  $\bar{x}$ , que obviamente depende de la técnica utilizada. Como antes, la función de utilidad a maximizar se supone separable.

Los incentivos adecuados para disuadir al EP de aplicar la técnica  $c_b$  vienen determinados por la siguiente Restricción de Incentivos, donde hemos utilizado la simplificación de notación  $\bar{z} = p\bar{x} - T(\bar{x})$  :

$$PU(\bar{z}) + (1 - P) U(\bar{z}) - c_g \bar{x} \geq PU(\bar{z} - m) + (1 - P) U(\bar{z}) - c_b \bar{x}$$

$$\rightarrow P[U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m)] \geq (c_g - c_b) \bar{x}$$

Esta expresión indica que el valor esperado de la multa no debería ser inferior a la diferencia de costos entre las técnicas. De esta manera el EC elegirá:

$$P = \frac{(c_g - c_b) \bar{x}}{U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m)}$$

Esta ecuación determina todos los pares  $(P, m)$  que inducen al EP a aplicar la técnica correcta.

La siguiente cuestión consiste en derivar cuál de las posibles combinaciones será seleccionada por el EC. Como su objetivo consiste en minimizar el costo de vigilancia, el nivel óptimo de  $P$  será el más bajo de los compatibles con la restricción de incentivos. Consecuentemente, el par  $(P, m)$  seleccionado será aquel que nos dé la multa máxima permitida, esto es  $\bar{m}$ , y la intensidad asociada

<sup>16</sup> Los contratos pesqueros generalmente especifican la variedad de especies pesqueras que pueden cogerse, las zonas de pesca, la cuantía máxima de capturas y, en algunos casos, las multas que se establecen a los transgresores. La multa puede implicar la retirada de la licencia.

de control P. Este sencillo modelo permite obtener algunas conclusiones adicionales.

Evaluando la derivada parcial de P con respecto a las multas, se obtiene:

$$\frac{\partial P}{\partial m} = \frac{[U'(\bar{z} - m)](c_g - c_b) \bar{x}}{[U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m)]^2} < 0$$

Su signo es negativo, sugiriendo que si aumenta la multa se producirá una reducción de la intensidad de control. El control y las multas son pues sustitutivos.

La derivada de P con respecto a las diferencias de costo entre técnicas es:

$$\frac{\partial P}{\partial (c_g - c_b)} = \frac{\bar{x}}{U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m)} > 0$$

Como podría esperarse, la intensidad de control aumenta con la diferencia de costos entre técnicas.

La derivada con respecto a  $\bar{x}$ , es:

$$\frac{\partial P}{\partial \bar{x}} = \frac{(c_g - c_b) \{ [U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m)] - \bar{x}(p - T'(\bar{x})) \cdot [U'(\bar{z}) - U'(\bar{z} - m)] \}}{[U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m)]^2}$$

La explicación de este resultado es fácil. Cuando las capturas máximas permitidas aumentan, los beneficios de utilizar las técnicas perjudiciales son mayores y se precisa mayor control para desincentivar esta conducta.

Nótese, finalmente, que el anterior modelo supone multas fijas y no considera la posibilidad de multas proporcionales. El modelo de la siguiente sección supera esta limitación.

### 3.2. Multas proporcionales

Considérese ahora un intervalo de costos de técnicas pesqueras  $c \in [c_b, c_g]$ ,  $c_g > c_b$ , asociadas a un nivel decreciente de daño sobre el *stock* de peces. El EC desea poner en práctica una técnica no inferior a  $c^*$ . Además, las multas no son ya fijas sino que se suponen proporcionales al daño causado por el EP; así, las

multas pueden definirse como  $m(c^* - c)$  para  $c < c^*$ . Si  $c \geq c^*$  no se establecen multas. Ignorando este caso, en el que no existe un problema de incentivos, la condición de compatibilidad de incentivos ahora es:

$$PU(\bar{z} - m(c^* - c)) + (1 - P)U(\bar{z}) - c\bar{x} \leq PU(\bar{z}) + (1 - P)U(\bar{z}) - c^*\bar{x} \quad \forall c < c^*$$

$$(c^* - c)\bar{x} \leq P[U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m(c^* - c))] \quad \forall c < c^*$$

Es intuitivo observar que el EP elegirá la técnica pesquera más cara si el ahorro en costos asociado a la desviación de la técnica destructiva no es superior a la utilidad esperada asociada a la multa. Esta condición puede escribirse como:

$$P \geq \frac{(c^* - c)\bar{x}}{U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m(c^* - c))}$$

Denotemos:

$$F(c) = \frac{\bar{x}(c^* - c)}{U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m(c^* - c))}$$

Esta función tiene una derivada positiva para todo  $c < c^*$ . Formalmente:

$$F'(c) = \frac{-\bar{x}[U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m(c^* - c))] + \bar{x}(c^* - c) U'(\bar{z} - m(c^* - c)) m}{[U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m(c^* - c))]^2},$$

entonces  $F'(c) > 0$  si y sólo si  $m(c^* - c) U'(\bar{z} - m(c^* - c)) > U(\bar{z}) - U(\bar{z} - m(c^* - c))$  lo cual siempre es cierto, dado que esta desigualdad es precisamente la condición de la concavidad de la función  $U(\cdot)$ .<sup>17</sup> Por lo tanto, sólo debemos tener en cuenta la condición de incentivos para  $c$  muy próxima a  $c^*$ .

Es fácil comprobar que:

$$\lim_{c \rightarrow c^*} F(c) = \frac{\bar{x}}{m U'(\bar{z})}$$

<sup>17</sup> Dado que para un Agente averso al riesgo la multa es proporcional a la desviación, si una pequeña diferencia no resulta aceptable, tampoco lo será una más grande.

Así, la probabilidad que permite poner en práctica técnicas pertenecientes a  $[c_b, c^*]$  es:

$$P = \frac{\bar{x}}{m U'(\bar{z})} \leq 1$$

Obviamente, una condición necesaria para la puesta en práctica es que  $m \geq \frac{\bar{x}}{U'(\bar{z})}$ . Si la multa proporcional es demasiado débil aunque el control sea total, los Agentes encontrarán beneficioso desviarse de  $c^*$ .

El análisis de las derivadas parciales nos permite analizar las siguientes propiedades

$$\frac{\partial P}{\partial m} < 0 \quad y \quad \frac{\partial P}{\partial \bar{x}} > 0$$

Como podía esperarse, la intensidad del control varía inversamente con las multas y directamente con las capturas. Nótese que en este marco una cuota más grande de capturas incrementa los incentivos a desviarse de la técnica deseada.

Si esta solución se pone en práctica, el EP solamente pescará la cuota establecida, pagando un canon por ello. El sistema de control y multas genera los incentivos correctos y se utilizarán las técnicas deseadas. Similarmente al modelo anterior, el EC elige la multa más grande posible.

### 3.3. Algunas consideraciones

Nótese primero que, dado que la tecnología del control puede aplicarse sin ningún error, la solución de estos modelos no requiere la inclusión de la condición de participación, ya que las multas son completamente disuasorias y nunca se aplicarán. Así, el canon pagado por el EP es, como en el caso simétrico, el óptimo y el mecanismo control-multas es suficiente para incentivar al Agente a elegir la técnica pesquera eficiente.

Una de las principales limitaciones de los anteriores modelos es que no consideran el hecho de que el control ejercido por el EC no es necesariamente exacto.<sup>18</sup> Si el control fuera inexacto, es decir, si se pudieran producir errores, entonces el Agente sería multado en ocasiones aunque el Agente hubiera utilizado

<sup>18</sup> Si el control fuera exacto, no hubieran ocurrido hechos tales como los conflictos entre la flota pesquera española y Marruecos a principios de los años 90. Los pescadores españoles se quejaban de las detenciones ilegales realizadas por las patrulleras marroquíes y el conflicto diplomático adquirió una dimensión importante.

la técnica correcta. La posibilidad de que se produzcan errores tiene ciertas consecuencias<sup>19</sup>, en particular:

- a. Las multas pueden continuar siendo disuasorias y pueden utilizarse para incentivar la aplicación de la técnica correcta. Pero ahora, incluso en el óptimo, las multas pueden llevarse a cabo dado que el EC utiliza una tecnología de control con errores.
- b. Conociendo esta posibilidad, un Agente averso al riesgo y que decide firmar un contrato, deseará ser compensado por este riesgo adicional. Más precisamente, dado que la conducta correcta del EP puede también penalizarse, la licencia debe ser más barata que en otras circunstancias, para compensar dicho riesgo.

Cuando el participante responsable del control tiene la posibilidad de manipular el establecimiento de multas existe una dificultad adicional: el EC puede tener incentivos a proceder a detenciones ilegales para obtener ingresos adicionales por multas. Si la mejor estrategia es no cumplir el acuerdo sino transgredirlo, entonces la aplicación de multas presenta serios problemas.<sup>20</sup> De hecho, si la conducta del controlador no puede verificarse, el contexto apropiado de análisis sería los modelos de azar moral por ambas partes.

La falta de compromiso en el control de la estrategia puede resolverse de dos formas distintas:

- i) La primera se asocia a la delegación. Esto es, la introducción de una tercera parte imparcial que asume dos tareas: el control y el establecimiento de las multas. (Veánse, Macho-Stadler y Pérez-Castrillo, 1991; Olivella, 1991.) La delegación soluciona la falta de compromiso, pero no el problema de los errores.
- ii) La segunda está relacionada con la idea de reputación. Si la relación contractual es importante para el EC y la credibilidad forma parte de la determinación del valor de la utilidad esperada del EP, entonces la repetición de los contratos pesqueros inducirá al EC a adoptar la conducta correcta. (Veáse, por ejemplo, Radner, 1981.)

#### 4. CONCLUSIONES Y EXTENSIONES

El artículo analiza la racionalidad económica existente en los contratos pesqueros utilizando la aproximación de Principal-Agente. Los modelos desarrollados en las secciones 2 y 3 inician una nueva manera de pensar sobre el

<sup>19</sup> Polinsky y Shavell (1979) han analizado este problema en otro contexto.

<sup>20</sup> Véase Stigler (1970) para el análisis de este problema.

análisis de los contratos pesqueros entre países y esto constituye su principal aportación. Los modelos utilizados son sencillos, pero estamos convencidos de la robustez de las intuiciones subyacentes a los resultados.

El modelo desarrollado en la sección 2 se refiere al problema que enfrenta el EC cuando decide las condiciones bajo las cuales conceder derechos de pesca a otros países. La no-observabilidad del esfuerzo, problema análogo al de control imperfecto, induce una situación de riesgo moral que no permite obtener la solución óptima. Además, puede concluirse que los pagos lineales no son incompatibles con la solución del óptimo subsidiario.

Para captar otros requisitos que suelen incluirse en los contratos pesqueros, la sección 3 introduce dos modelos que ilustran la relación existente entre la intensidad del control y las multas. Los resultados de ambos modelos son los esperados y ponen de relieve la existencia de un arbitraje entre las multas y el control. Además, muestran que las multas tienen que ser severas para ser completamente disuasorias. Sin embargo, hay situaciones reales en las que habitualmente se establecen multas que no quedan completamente recogidas por el análisis desarrollado. Una extensión interesante, que ha sido previamente mencionada, es introducir errores en el control de la tecnología. Esto implica suponer que el EP sabe que el control ejercido puede exigir pagos de multas en situaciones en las que no debiera producirse.

Otra extensión consiste en la introducción de consideraciones de doble riesgo moral. Esto es, situaciones donde el EC tiene la posibilidad de establecer multas en su propia ventaja. Para resolver el problema en este contexto es preciso recurrir a las soluciones de reputación y/o delegación. En la solución de reputación, la repetición del contrato inducirá al EC o bien a adoptar la conducta adecuada o a pagar por ella. La solución de delegación exige la existencia de una institución neutral que arbitre el problema. Otras aproximaciones pueden poner el énfasis en situaciones en las que el EC tiene incentivos a sorprender al EP, controlando más de lo acordado. Si la conducta del EC depende no únicamente del control actual sino también del esperado existirá un comportamiento estratégico por ambos lados de la relación. El análisis sobre las maneras de evitar estas ineficiencias induciendo la cooperación, sería muy interesante. Una extensión natural es considerar los modelos de reputación, introduciendo la posibilidad de relaciones más duraderas (juegos repetidos).

## REFERENCIAS

- ALCHIAN, A. y H. DEMSETZ (1972): "Production, Information Costs, and Economic Organization", *American Economic Review*, Vol. 51, 7-45.
- BECKER, G. S. (1968): "Crime and Punishment: An Economic Approach", *Journal of Political Economy*, Vol. 76, 169-217.
- CALVO, G. y S. WELLISZ (1978): "Supervision, Loss of Control and the Optimal Size of Firm", *Journal of Political Economy*, Vol. 86, 943-952.
- CHIAPPORI, P.A., I. MACHO, P. REY y B. SALANIE (1989): "Repeated Moral Hazard: Memory Commitment and Access to Credit Markets", *DELTA*, Vol. 89, 18.
- CLARK, C.W., F.H. CLARKE y G.R. MUNRO (1979): "The Optimal Exploitation of Renewable Resource Stocks: Problems of Irreversible Investment", *Econometrica*, Vol. 47, 25-47.
- CLARK, F.M. y G. MUNRO (1986): "Coastal States Distant Water Fishing Nations and Extended Jurisdiction: A principal-Agent Analysis", University of British Columbia.
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS: Acuerdo entre la CEE y Marruecos.
- DYE, R.A. (1986): "Optimal Monitoring Policies in Agencies", *Rand Journal of Economics*, Vol. 17, 339-350.
- GALLASTEGUI, M.C. (1983): "An Economic Analysis of Sardine Fishing in the Gulf of Valencia (Spain)", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 10, 138-150.
- GROSSMAN, S.J. y O.D. HART (1983): "An Analysis of the Principal-Agent Problem", *Econometrica*, Vol. 51, 7-45.
- HARRIS, M. y A. RAVIV (1978): "Some Results on Incentive Contracts with Applications to Education and Employment, Health Insurance and Law Enforcement", *American Economic Review*, Vol. 68, 20-30.
- \_\_\_\_\_ (1979): "Optimal Incentive Contracts with Imperfect Information", *Journal of Economic Theory*, Vol. 20, 231-259.
- HOLMSTRÖM, B. (1979): "Moral Hazard and Observability", *Bell Journal of Economics*, Vol. 10, 74-91.
- \_\_\_\_\_ (1982): "Moral Hazard in Teams", *Bell Journal of Economics*, Vol. 13, 324-340.

- HOLMSTRÖM, B. y P. MILGROM (1987): "Aggregation and Linearity in the Provision of Inter-temporal Incentives". *Econometrica*, Vol. 55, 303-328.
- KREPS, D. M. (1990): *A Course in Microeconomic Theory*, Harvester Wheatsheaf, New York.
- LAMBERT, R. (1983): "Long Term Contracts and Moral Hazard", *Bell Journal of Economics*, Vol. 14, 441-452.
- MACHO-STADLER, I. (1987): "Contratos Basados en Mecanismos de Control y Sanciones Severas: Modelización y Limitaciones", *Revista Española de Economía*, Vol. 4, 291-310.
- MACHO-STADLER, I. y J.D. PEREZ-CASTRILLO (1988): "Sobre los Compromisos Multiperíodo en los Modelos de Riesgo Moral", *Revista Española de Economía*, Vol.5, 143-158.
- \_\_\_\_\_ (1991): "Double Risque Moral et Delegation", *Recherches Economique de Louvain*, Vol. 57, 277-296.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN: Acuerdo pesquero CEE-Guinea Bissau. Acuerdo pesquero CEE-Guinea Ecuatorial
- MOOKHERJEE, D. (1984): "Optimal Incentive Schemes with Many Agents", *Review of Economic Studies*, Vol. 51, 433-446.
- MUNRO, G.R. (1988): "International Cooperation for Resource Management: Fisheries", University of British Columbia, 88.08.
- OLIVELLA, P. (1991): "Information Structures and the Delegation of Monitoring", *Mimeo*, Universidad Autonoma de Barcelona.
- POLINSKY, A.M. y S. SHAVELL (1979): "The Optimal Trade-Off Between the Probability and the Magnitude of Fines", *American Economic Review*, Vol. 69, 880-891.
- QUIRK, J.P. y V.L. SMITH (1970): "Dynamic Models of Fishing". In *Economics of Fisheries Management: A Symposium*, (A.D. Scott, Ed.), pp. 3-32. Institute of Animal Resource Ecology, University of British Columbia, Vancouver.
- RADNER, R. (1981): "Monitoring Cooperative Agreements in a Repeated Principal-Agent Relationship", *Econometrica*, Vol. 49, 1127-1148.
- RASMUSEN, E. (1987a): *Games and Information: An Introduction to Game Theory*, Basil Blackwell, Oxford and Cambridge, MA.
- \_\_\_\_\_ (1987b): "Moral Hazard in Risk-Averse Teams", *Rand Journal of Economics*, Vol. 18, 428-435.



REES, R. (1987): "The Theory of Principal and Agent", en *Surveys in the Economics of Uncertainty*, Ed. por J. Hey y P. Lambert, Basil Blackwell, 46-90.

RICART-I-COSTA, J.E. (1987): "Una Introducción a los Modelos de la Agencia", *Revista Española de Economía*, Vol. 4, 43-62.

ROGERSON, W. (1985): "Repeated Moral Hazard", *Econometrica*, Vol. 53, 69-76.

SHAVELL, S. (1979): "Risk Sharing and Incentives in the Principal and Agent Relationship", *Bell Journal of Economics*, Vol. 10, 55-73.

STIGLER, G. J. (1970): "The Optimal Enforcement of Laws", *Journal of Political Economy*, Vol. 78, 526-536.

VARIAN, H. R. (1992): *Análisis Microeconómico*, Tercera Edición. Antoni Bosch.