

POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL Y NEGOCIACIÓN SALARIAL*

M^a Luz Campo **

Resumen

En este artículo estudiamos los efectos de la política medioambiental sobre el comportamiento de empresas y trabajadores, cuando existe contaminación local. Suponemos que el gobierno elige la política medioambiental, basada en un límite sobre las emisiones, mientras que los sindicatos (si hay) eligen el salario y las empresas el nivel de empleo. En concreto, analizamos el efecto de que los trabajadores estén o no sindicados en la política medioambiental.

Palabras clave: estándares medioambientales, sindicatos, monopoly-union-model.

JEL: J30, J51.

*Deseo expresar mi agradecimiento a Juan Carlos Bárcena por sus comentarios y sugerencias, asimismo agradecer la financiación recibida de los proyectos UPV/EHU HB-8238/2000 y del Ministerio BEC 2000-0301.

**Dpto. de Fundamentos del Análisis Económico. UPV-EHU. Avda. Lehendakari Aguirre 83, 48015 Bilbao; Telef 946013833; Fax 946013774; e-mail: jepcacom@bs.ehu.es.

1. Introducción

La creciente preocupación por los problemas medioambientales ha hecho necesaria la intervención de los gobiernos para proteger el medio ambiente. Esta protección tiene implicaciones sobre el comercio internacional, de modo que, la política medioambiental puede utilizarse para influir en la competitividad de una economía. La fijación por parte de los gobiernos de una política medioambiental poco exigente, como medida de protección a sus empresas, hace que sean más competitivas pero, por otro lado, puede producir un aumento de la contaminación en el propio país. En este capítulo estudiamos los efectos de la política medioambiental fijada por los gobiernos, cuando se basa en un límite sobre las emisiones (estándares medioambientales). Su influencia se analiza en un contexto con contaminación local, donde además introducimos la posibilidad de que los trabajadores estén sindicados, siendo los sindicatos los que eligen los salarios.¹

Este artículo se centra en la literatura de estándares medioambientales con mercados oligopolísticos, pero extendiendo el análisis para considerar el efecto de la política medioambiental cuando los salarios se determinan endógenamente.

Los posibles efectos de la regulación medioambiental sobre el empleo, a menudo juegan un importante papel en los debates sobre política medioambiental. Dentro de los artículos que analizan la relación entre mercado de trabajo y políticas medioambientales podemos destacar, entre otros, el artículo de Hoel (1998) quien analiza el efecto de diferentes políticas sobre el empleo. Suponiendo salarios exógenos obtiene que, el empleo es mayor con una política basada en impuestos sobre las emisiones que con otras formas de regulación medioambiental. En un contexto con competencia perfecta y polución transfronteriza, Hoel (1997a) analiza la necesidad de coordinar las políticas medioambientales, suponiendo que los salarios son determinados mediante un proceso

¹ La Unión Europea impone a sus países miembros estándares medioambientales a través de diferentes Directivas, como la 80/779 que hace referencia a mejoras en la calidad del aire mediante la reducción de la contaminación producida por el humo o el dióxido de azufre. A su vez, en todos los países que integran la Unión Europea hay negociación salarial entre empresa y sindicatos.

negociador (solución negociadora asimétrica de Nash) entre empresas y sindicatos. Bárcena y Garzón (2000) analizan cómo la elección de los estándares medioambientales por parte de los gobiernos, se ve afectada por la existencia de trabajadores sindicados cuando la localización de las empresas es endógena. Los gobiernos tienen incentivos a que las empresas se localicen en su país, debido a las rentas positivas que se generan, aunque suponga daño medioambiental. Si la valoración del daño medioambiental causado por la empresa contaminante no es suficientemente alta, los gobiernos competirán para que la empresa contaminante se sitúe en su país.

Considerando mercados oligopolísticos, Ulph (1996) estudia los efectos de la utilización de estándares o de impuestos medioambientales, cuando tanto los gobiernos como los productores pueden actuar estratégicamente. Sus resultados apuntan que si los productores actúan estratégicamente, esto reduce pero no elimina los incentivos del gobierno para relajar su política medioambiental, siendo su bienestar mayor cuando sólo una de las partes actúa estratégicamente. En el caso de que sólo los gobiernos actúen estratégicamente, los estándares fijados serán más altos, la producción aumentará y las emisiones también, siendo mayores estas dos últimas variables si la política medioambiental utiliza impuestos en lugar de estándares.

El análisis que vamos a realizar se sitúa en un marco similar al utilizado por Ulph (1996) pero suponiendo que los trabajadores están sindicados y que las empresas deciden cuánta mano de obra contratan. La aportación de este capítulo radica en que se analiza la elección de la política medioambiental por parte de los diferentes países, cuando sus empresas compiten en un mercado mundial (hay libre comercio), y estas empresas están sindicadas, siendo los sindicatos quienes eligen los salarios. Como referencia, compararemos este caso con la situación en que los salarios son exógenos. Para ello, utilizaremos una política medioambiental basada en estándares.²

² La legislación medioambiental en la Unión Europea se ha centrado en el control de las emisiones para proteger la calidad del aire, agua y suelo; por ejemplo, leyes que limitan la cantidad de nitratos en el agua potable debido al uso excesivo de fertilizantes por parte de los agricultores.

Los resultados obtenidos dependen del tamaño de mercado; éste, a su vez, depende del salario de reserva y de la valoración medioambiental. Consideramos el caso en que los países tienen el mismo salario de reserva y la misma valoración medioambiental, y los sindicatos valoran por igual el salario y el empleo. En este caso, si el tamaño de mercado es suficientemente pequeño, la política medioambiental fijada por los gobiernos es más débil cuando los sindicatos eligen el salario, que si el salario es exógeno. El gobierno permite un mayor daño medioambiental por el aumento que experimenta la utilidad de los trabajadores que compensa el menor excedente del consumidor y del productor, resultando un bienestar social mayor cuando los sindicatos eligen el salario. Para tamaños de mercado suficientemente grandes, si los sindicatos eligen los salarios, la política medioambiental es más estricta que si el salario es exógeno, siendo menor el bienestar social en el primer caso. Aunque la utilidad de los trabajadores es mayor y el daño medioambiental es menor cuando el sindicato elige el salario, el peso del excedente del consumidor y del productor hacen que el bienestar sea mayor si los costes son exógenos que si el sindicato elige el salario.

Los principales resultados no varían si consideramos asimetrías en el modelo. Es decir, si los países tienen diferente valoración medioambiental o tienen diferentes salarios de reserva o los sindicatos valoran de diferente forma el salario y el empleo, los principales resultados no se alteran. Tampoco varían si los gobiernos en lugar de elegir la política medioambiental unilateralmente, la eligen conjuntamente.

El artículo está organizado de la siguiente manera. La sección 2 presenta el modelo. La sección 3 analiza la elección del estándar medioambiental si los países son simétricos, recogiendo los resultados si los países son asimétricos en la sección 4. La sección 5 muestra los resultados, si la política medioambiental se decide conjuntamente por ambos gobiernos y finalmente, la sección 6 recoge las conclusiones.

2. Modelo

Supongamos que tenemos dos empresas 1 y 2 , que producen con idéntica tecnología un bien homogéneo, y cada empresa está situada en un país diferente (1 y 2).³ Ambas empresas venden su producto en el mercado mundial, compitiendo a la Cournot. Por simplicidad, no se consideran costes de transporte ni otros costes adicionales de la venta del producto en el extranjero. Suponemos que en cada empresa todos los trabajadores están sindicados, y se organizan en sindicatos de empresa.

La función inversa de demanda del país i es

$$p = a - 2y_i, \quad i = 1, 2,$$

donde p es el precio vigente en el mercado mundial, a es el tamaño de mercado medido por la ordenada en el origen e y_i es la cantidad del bien consumida en el país i . La función inversa de demanda mundial es la siguiente

$$p = a - q_1 - q_2,$$

donde $y_1 + y_2 = q_1 + q_2$; q_i es el nivel de producción de la empresa i . Suponemos que $a > a^* = \max \{r_1, r_2\} + 1.035$, donde r_i es el salario de reserva de los trabajadores del país i ($i = 1, 2$).⁴

Los consumidores compran el bien en el mercado mundial. El excedente de los consumidores en el país i es

$$EC_i = (y_i)^2, \quad i = 1, 2. \quad [1]$$

³ Suponemos que la localización de las empresas es fija. Para un análisis del efecto de la política medioambiental sobre la localización de empresas, véase, Hoel (1997b), Markusen (1997) y Bárcena y Garzón (2000).

En esta economía la polución es generada por el proceso productivo de las empresas;⁵ en concreto, cada unidad de producto genera una unidad de emisiones. La tecnología de producción exhibe rendimientos constantes de escala siendo $q_i = L_i$, donde L_i representa el nivel de empleo. Las emisiones finales de la empresa, e_i , vienen determinadas por la siguiente expresión

$$e_i = q_i - x_i,$$

donde q_i son las emisiones brutas generadas por la empresa i , y x_i es la reducción de emisiones que llevará a cabo la empresa i . Por tanto, si la empresa duplica su producción, duplicará la contratación de trabajadores pero también generará el doble de emisiones. El gobierno i elige un estándar medioambiental que limita las emisiones máximas totales de la empresa i .⁶

La empresa i para cumplir el estándar fijado por el gobierno tiene que incurrir en un coste de reducción de emisiones.⁷ Por simplicidad, no consideramos costes de producción asociados con la tecnología, para así, centrarnos en los costes laborales y en los costes asociados a la reducción de emisiones. Al igual que hace Ulph (1996), este último coste lo definimos de forma cuadrática,

$$C(x_i) = \frac{1}{2} (x_i)^2, \quad x_i \geq 0.$$

Por otra parte, cada empresa i contrata L_i trabajadores a los que paga un salario w_i , luego soporta un coste salarial $L_i w_i$.

⁴ Suponemos que $a > a^*$ para que la producción y la reducción de emisiones sean positivas en todos los casos considerados.

⁵ Por simplicidad, no suponemos contaminación relacionada con el consumo de los productos.

⁶ Siempre se cumplirá que las emisiones totales de la empresa i coinciden con el máximo de emisiones permitidas por el gobierno, ya que sus beneficios aumentan a medida que pueda emitir más porque sus costes por reducción de emisiones son menores.

⁷ Las inversiones que puede realizar para disminuir sus emisiones son, por ejemplo, la inversión en tecnologías que reducen la toxicidad de los residuos sólidos, como la utilización de filtros.

La función de beneficios de la empresa i viene dada por,

$$\pi_i = [a - q_i - q_j - w_i] q_i - \frac{1}{2} (q_i - e_i)^2, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2. \quad [2]$$

Respecto al sindicato, éste tiene como objetivo una función de utilidad que depende del nivel de empleo y del salario.⁸ En concreto, representamos las preferencias del sindicato de la empresa i (situada en el país i) mediante la función de utilidad

$$US_i = (w_i - r_i)^{\alpha_i} L_i^{1-\alpha_i}, \quad 0 < \alpha_i < 1, \quad [3]$$

donde w_i es el salario por unidad de empleo, $r_i \geq 0$ es el salario de reserva que es el mismo para todos los trabajadores del país i y L_i es la mano de obra contratada por la empresa i . El parámetro α_i recoge la importancia relativa del salario y del empleo por parte del sindicato i . Si α_i tiende a 0, el salario se aproxima al nivel competitivo.

En la literatura económica, las decisiones sobre el empleo y el salario se han modelado de diferentes formas. Podemos pensar que, generalmente, el sindicato tiene más poder a la hora de tomar decisiones sobre el salario que sobre el empleo. Según esta idea parece adecuado utilizar el modelo *right-to-manage*, según el cual, empresas y sindicatos negocian el salario y la empresa fija el empleo. Un caso especial de este modelo, que será el que utilicemos en este capítulo, es el *monopoly-union-model*, según el cual, el sindicato tiene todo el poder negociador y por tanto, el salario es fijado por el sindicato, y la empresa decide el empleo.⁹

⁸ Los estudios empíricos que se han realizado sobre el mercado de trabajo, suelen representar la función objetivo del sindicato mediante las rentas salariales (Brown y Ashenfelter (1986)), o bien mediante una función de utilidad Stone-Geary (Dertouzos y Pencavel (1981)).

⁹ Un modelo alternativo es el modelo de negociación eficiente. Este modelo tiene el inconveniente de que la empresa y el sindicato negocian el nivel de empleo que maximiza sus beneficios. De este modo, no tenemos en cuenta los efectos de la interacción del mercado del producto y del mercado de trabajo. Por otra parte, este modelo no parece capturar el modo en que tienen lugar las negociaciones en el mundo real (Oswald y Turnbull (1985)).

Consideramos, como es habitual en la literatura, que la función de daño medioambiental tiene forma cuadrática y depende únicamente de las emisiones generadas en ese país;¹⁰ es decir, la contaminación es local. Por tanto, el daño sufrido por el país i debido a las emisiones producidas en dicho país, es

$$D_i = \frac{1}{2} (e_i)^2, \quad i = 1, 2. \quad [4]$$

El gobierno determina su política medioambiental maximizando el bienestar social definido, como es habitual, como la suma del excedente del consumidor (EC_i), el excedente del productor (EP_i) y la utilidad de los trabajadores (US_i), menos el daño medioambiental (D_i), es decir

$$W_i = EC_i + EP_i + US_i - \lambda_i D_i, \quad \lambda_i > 1.6,^{11} \quad i = 1, 2, \quad [5]$$

donde λ_i es un parámetro que recoge la valoración del daño medioambiental del país i . La función de bienestar social incluye la utilidad de los trabajadores, medida como aquella parte del excedente del productor que es absorbido por el sindicato. Esta idea aparece recogida en artículos como los de Naylor (1998), Bughin y Vannini (1995), Mezzetti y Dinopoulos (1991) y Brander y Spencer (1988). También incluimos el daño medioambiental en la función de bienestar social, para tener en cuenta los daños sociales de la externalidad causada por la contaminación (véase, por ejemplo, Ulph (1996)).

En la ecuación [5], dado que sólo hay una empresa en cada país y que no consideramos la existencia de costes fijos, $EP_i = \pi_i$. Además, cuando los salarios son exógenos, $US_i = 0$, porque suponemos que los trabajadores reciben un salario igual a su

¹⁰ Esta función supone que el daño medioambiental es una función convexa del nivel de emisiones. Véase por ejemplo, Falk y Mendelsohn (1993) y Van der Ploeg y Zeeuw (1992).

¹¹ Suponemos que $\lambda_i > 1.6$ para eliminar casos irrelevantes, en los casos simétricos y asimétricos, y facilitar así la exposición de los resultados del modelo.

salario de reserva y, por tanto, este componente de la función de bienestar social es nulo.

En este contexto, analizamos los efectos de la política medioambiental fijada por el gobierno, cuando el salario se determina endógenamente. Para destacar los resultados del modelo, los comparamos con el caso de referencia en el que los salarios son exógenos.

Para realizar dicho análisis establecemos la siguiente secuencia de elecciones. En la primera etapa, cada gobierno elige el estándar medioambiental, es decir, el nivel máximo de emisiones permitido. En la segunda etapa, los sindicatos eligen el salario si éste no es exógeno. En la tercera etapa, las empresas eligen el nivel de producción (empleo).

3. Los países eligen unilateralmente el estándar medioambiental

Nuestro objetivo es analizar el efecto de la política medioambiental fijada por el gobierno cuando el salario es endógeno. En este apartado suponemos que la política medioambiental utilizada por los gobiernos de ambos países consiste en fijar la cantidad máxima de contaminación permitida; es decir, los gobiernos de los países 1 y 2 determinan los estándares medioambientales, independiente y simultáneamente, suponiendo que el sindicato elige el salario. Como referencia analizaremos también el caso en que el coste de producción está dado exógenamente (es decir, el salario está fijo). En este apartado, dado que no hay cooperación internacional, el nivel de emisiones se determina mediante el equilibrio de Nash de un juego no cooperativo, donde ambos países eligen sus emisiones maximizando su función de bienestar social.

3.1 El sindicato elige el salario

Empezaremos por resolver la tercera etapa del juego, en la que las empresas eligen el nivel de producción (empleo). La empresa i elige el nivel de producción que

maximiza su función de beneficios, que viene dada por [2]. A partir de las condiciones de primer orden obtenemos los niveles de producción de equilibrio de ambas empresas, en función de los salarios y del estándar que fije cada uno de los gobiernos,

$$q_i = L_i = \frac{2a - 3w_i + w_j + 3e_i - e_j}{8}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2. \quad [6]$$

El estándar fijado por el gobierno afecta tanto al nivel de producción de la empresa como a la reducción de emisiones que realice. Si el gobierno fija un estándar alto, la empresa aumenta su producción y contrata más trabajadores. Sin embargo, cuanto mayor sea el estándar fijado por el gobierno menor será la reducción de emisiones que llevará a cabo la empresa.¹² A su vez, cuanto mayor sea el estándar fijado por el gobierno del país j , mayor será la producción del país j y menor la del país i . También se observa, como es habitual, que cuanto mayor sea el salario pagado a los trabajadores menor será la producción de la empresa y mayor será la producción de la empresa rival.

En la segunda etapa, el sindicato i elige el salario, maximizando su función de utilidad

$$w_i(w_j) = \arg \max_{w_i} [w_i - r_i]^{\alpha_i} [q_i]^{1 - \alpha_i}, \quad i=1,2,$$

donde q_i viene dado por [6]. La función de reacción en salarios, obtenida a partir de la condición de primer orden del problema anterior, viene dada por

$$w_i = r_i + \frac{\alpha_i(2a + w_j + 3e_i - e_j - 3r_i)}{3}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2. \quad [7]$$

¹² $\frac{\partial(q_i - e_i)}{\partial e_i} = -\frac{5}{8} < 0$.

A partir de [6] y [7], obtenemos el salario pagado y la mano de obra que contratarán ambas empresas en función de los estándares elegidos por los gobiernos,

$$w_i = \frac{2a\alpha_i(3 + \alpha_j) + 9(1 - \alpha_i)r_i + \alpha_i(3(1 - \alpha_j)(r_j - e_j) + e_i(9 - \alpha_j))}{9 - \alpha_i\alpha_j}, \quad i \neq j, i, j = 1, 2, \quad [8]$$

$$L_i = q_i = \frac{3(1 - \alpha_i)(2a(\alpha_j + 3) - (9 - \alpha_j)(r_i - e_i) + 3(1 - \alpha_j)(r_j - e_j))}{8(9 - \alpha_i\alpha_j)}, \quad i \neq j, i, j = 1, 2.$$

Cuanto mayor sea el estándar que fije el gobierno del país i y cuanto menor sea el estándar fijado por el gobierno del país j , mayor será el salario elegido por el sindicato del país i . Este efecto es mayor a medida que aumenta el peso que el sindicato concede al salario frente al empleo.¹³

Un aumento del estándar fijado por el gobierno del país i aumenta la producción de la empresa i y, por tanto, el empleo en este país. El aumento del empleo será menor cuanto mayor sea el peso que concede el sindicato a los salarios. A su vez, un aumento del estándar fijado por el gobierno del país j disminuye la producción del país i ; esta disminución es mayor cuanto menor sea el peso que los sindicatos conceden a los salarios.¹⁴

Queda por resolver la primera etapa del juego. Debido a la existencia de libre comercio, cada gobierno tiene en cuenta la decisión del otro gobierno cuando decide el estándar medioambiental. Por tanto, hay interacción estratégica entre los dos países porque la decisión que toma un país se ve afectada por la decisión que toma el otro. En la primera etapa del juego, ambos gobiernos eligen simultáneamente el nivel de

$$^{13} \frac{\partial w_i}{\partial e_i} = \frac{\alpha_i(\alpha_j - 9)}{\alpha_i\alpha_j - 9} > 0, \quad \frac{\partial w_i}{\partial e_j} = \frac{3\alpha_i(1 - \alpha_j)}{\alpha_i\alpha_j - 9} < 0, \quad \frac{\partial^2 w_i}{\partial e_i \partial \alpha_i} = \frac{81 - 9\alpha_j}{(\alpha_i\alpha_j - 9)^2} > 0, \quad \frac{\partial^2 w_i}{\partial e_j \partial \alpha_i} = \frac{27(\alpha_j - 1)}{(\alpha_i\alpha_j - 9)^2} < 0.$$

$$^{14} \frac{\partial L_i}{\partial e_i} = \frac{3(\alpha_i - 1)(9 - \alpha_j)}{8(\alpha_i\alpha_j - 9)} > 0, \quad \frac{\partial L_i}{\partial e_j} = \frac{3(\alpha_i - 1)(3\alpha_j - 3)}{8(\alpha_i\alpha_j - 9)} < 0.$$

polución máximo permitido, maximizando su función de bienestar social que viene dada por [5].

Sustituyendo [8] en [5], obtenemos el bienestar social del país i , en función de los estándares, e_i y e_j , cuya expresión viene recogida en el apéndice A.1. De la maximización de la ecuación [5] respecto a e_i para el país i ($i=1,2$), obtenemos las funciones de reacción, que reflejan la relación negativa entre los estándares de ambos países. Ambos estándares son sustitutos estratégicos, es decir, si un país decide aumentar su estándar, la mejor respuesta del otro país es disminuir el suyo. A partir de las funciones de reacción obtenemos los niveles de equilibrio fijados por cada país (e_i^S , e_j^S). Las variables que vamos a utilizar, las denotamos con un superíndice S si el sindicato elige el salario. Las expresiones de los estándares fijados por los gobiernos aparecen recogidas en el apéndice A.2.

3.2 Coste de producción exógeno

Una vez resuelto el juego en que el sindicato elige el salario, vamos a resolver el caso en que el salario está fijo. Es decir, en este apartado suponemos que los costes de producción vienen dados exógenamente, e introducimos un coste por unidad de producción para las empresas, r_i y r_j , respectivamente, que es el salario de reserva de los trabajadores. En este caso, el juego tiene dos etapas: En la primera etapa, ambos gobiernos eligen el estándar y, en la segunda etapa, ambas empresas eligen el nivel de producción.

Empezamos resolviendo la segunda etapa donde las empresas eligen el nivel de producción que maximiza sus beneficios. La expresión de su función de beneficios viene dada por [2], sólo que ahora $w_i = r_i$ y $w_j = r_j$, dado que los salarios son exógenos. Las condiciones de primer orden nos proporcionan los niveles de equilibrio, que vienen dados por [6] con la salvedad apuntada anteriormente.

En la primera etapa los gobiernos de ambos países eligen el estándar que maximiza su función de bienestar social. Dicha función viene dada por la siguiente expresión

$$W_i = EC_i + EP_i - \lambda_i D_i, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2. \quad ^{15}$$

A partir de las condiciones de primer orden obtenemos las funciones de reacción en estándares,

$$e_i = \frac{22a - 29r_i + 7r_j - 7e_j}{35 + 64\lambda_i}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2.$$

Las variables que vamos a utilizar, las denotamos con un superíndice E si estamos en el caso en que los costes son exógenos. Por tanto, el estándar fijado por los gobiernos de ambos países es

$$e_i^E = \frac{56r_j(1 + \lambda_j) + 11a(7 + 16\lambda_j) - r_i(133 + 232\lambda_j)}{147 + 280\lambda_i + 280\lambda_j + 512\lambda_i\lambda_j}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2. \quad [9]$$

Una vez obtenidos los resultados de los dos juegos anteriores, vamos a analizar en primer lugar el caso simétrico. Posteriormente analizaremos si los resultados cambian al introducir asimetrías en el modelo.

3.3 Caso simétrico

En esta sección vamos a comparar los resultados obtenidos en los dos juegos anteriores suponiendo que: (i) el salario de reserva de los trabajadores es el mismo en ambos países: $r_i = r_j = r$, (ii) ambos países tienen la misma valoración medioambiental:

¹⁵ Las expresiones de cada uno de los componentes de la función de bienestar social vienen recogidas en el apéndice A.3.

$\lambda_i = \lambda_j = \lambda$, y (iii) los sindicatos de ambas empresas valoran por igual el salario y el empleo: $\alpha_i = \alpha_j = 0.5$.

Tenemos que tener en cuenta que, cuando los costes son exógenos, la utilidad de los trabajadores siempre es cero porque reciben un salario igual al salario de reserva. Cuando el sindicato elige el salario, los trabajadores siempre obtienen una utilidad positiva, porque su salario siempre es mayor que el salario de reserva. Por tanto, la utilidad de los trabajadores siempre es mayor cuando el sindicato elige el salario.

Denotamos $a_1 = r + \frac{17\sqrt{6}(21+32\lambda)}{1072(1+\lambda)}$.

Lema 1: *Si suponemos que ambos países tienen idéntico salario de reserva, la misma valoración medioambiental y que los sindicatos valoran por igual el salario y el empleo, tenemos que:*

- (i) $EC^E > EC^S$,
- (ii) $EP^E > EP^S$,
- (iii) $e^E \geq e^S$ y $D^E \geq D^S$ si y sólo si $a \geq a_1 > a^*$.

A continuación vamos a explicar los resultados mostrados en el lema 1. Dado que los costes de producción son menores cuando el sindicato no elige el salario, la producción siempre es mayor en este caso, lo que origina que también sea mayor el excedente de los consumidores.

Los beneficios de las empresas siempre son mayores si los costes son exógenos, porque aunque producen más tienen menores costes de producción (a pesar de que sus costes de reducción de emisiones son mayores). Como resultado, el excedente del productor siempre es mayor en este caso.

Dados λ y r , cuanto mayor sea a mayor es el estándar fijado por el gobierno, $\left(\frac{\partial e^i}{\partial a} > 0, i = E, S\right)$. Esto se debe a que el gobierno impone un estándar más alto a las empresas para que produzcan más, debido al peso del excedente del consumidor en la función de bienestar social. Cuando los costes son exógenos, el estándar varía más al variar el tamaño de mercado que si el sindicato elige el salario $\left(\frac{\partial e^E}{\partial a} > \frac{\partial e^S}{\partial a}\right)$, ya que la producción y el excedente del consumidor es mayor en el primer caso.

Como se puede apreciar en la Figura 1, para tamaños de mercado suficientemente pequeños, $a < a_1$, el estándar fijado por el gobierno es mayor cuando el sindicato elige el salario que cuando éste es exógeno, $e^S > e^E$. Por (i) y (ii) sabemos que tanto el excedente de los consumidores como el excedente del productor son mayores cuando los costes son exógenos. Pero cuando el tamaño de mercado es pequeño, el mayor peso de la utilidad de los trabajadores cuando el sindicato elige el salario produce que, en ese caso, el gobierno fije un estándar más alto, permitiendo un mayor daño medioambiental. El incremento en el nivel de producción que se logra con un estándar más permisivo, genera mayores excedentes del consumidor y del productor, aumentando también la utilidad de los trabajadores. Como resultado, el daño medioambiental es mayor cuando el sindicato fija el salario que cuando éste es exógeno.

Cuando el tamaño de mercado es suficientemente grande, $a > a_1$, el resultado anterior cambia. A medida que aumenta el tamaño de mercado, el excedente del consumidor y el beneficio de la empresa crecen, aumentando más cuando los costes son exógenos que cuando el sindicato elige el salario. A su vez, el daño medioambiental también es mayor cuando los costes son exógenos, porque la producción aumenta en mayor proporción en dicho caso (a pesar de que las empresas estén reduciendo más las emisiones). El gobierno fija un estándar mayor cuando los costes son exógenos, $e^E > e^S$, por el aumento que experimentan tanto el excedente del consumidor como el del productor, a pesar de que la utilidad de los trabajadores es mayor. Como resultado, el daño medioambiental es menor cuando el sindicato elige el salario.

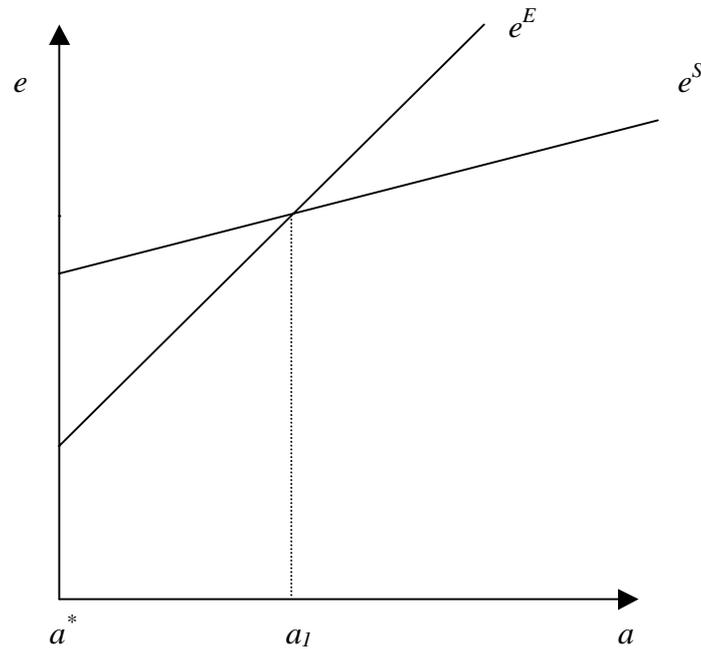


Figura 1.

Definimos a_2 de la siguiente forma: $a_2 = r + \frac{\psi(\lambda)}{\phi(\lambda)}$, siendo $a^* < a_1 < a_2$. Las expresiones de $\psi(\lambda)$ y de $\phi(\lambda)$, así como las variables están recogidas en el apéndice A.4.

Proposición 1: *Si suponemos que ambos países tienen idéntico salario de reserva, la misma valoración medioambiental y que los sindicatos valoran por igual el salario y el empleo tenemos que $W^E \geq W^S$ si y sólo si $a \geq a_2$.*¹⁶

Comparemos los componentes de la función de bienestar social para entender por qué el bienestar social es mayor cuando los costes son exógenos, para un tamaño de mercado suficientemente grande.

¹⁶ Los resultados obtenidos se mantienen si suponemos que el gobierno en lugar de fijar un nivel máximo de emisiones permitidas, establece una política medioambiental basada en impuestos sobre las emisiones. Esto es debido a que la cantidad que el gobierno recauda con los impuestos medioambientales se ve compensada en la función de bienestar social por la parte pagada por las empresas.

Cuando el tamaño de mercado es suficientemente pequeño ($a < a_1$), aunque la producción es mayor cuando los costes son exógenos que si el sindicato elige el salario, la diferencia es pequeña. Esto hace que, tanto el excedente del consumidor como el beneficio de las empresas sea mayor cuando el sindicato no elige el salario, pero la diferencia es pequeña con respecto al caso en que el sindicato elige el salario. Por el contrario, la utilidad que obtienen los trabajadores es mayor cuando el sindicato elige el salario. El daño medioambiental, como hemos visto en el lema 1, es mayor cuando el sindicato elige el salario. La mayor utilidad obtenida por los trabajadores compensa el menor excedente del consumidor y del productor, y el mayor daño medioambiental. Como resultado, obtenemos que el bienestar social es mayor cuando los sindicatos eligen el salario, $W^S > W^E$.

Para tamaños de mercado intermedios, ($a_1 \leq a < a_2$) la diferencia entre la producción en ambos casos aumenta, por lo que también aumenta la diferencia entre los excedentes del consumidor y los excedentes del productor. Por otro lado, también aumenta la utilidad de los trabajadores cuando el sindicato elige el salario, como consecuencia de que aumenta el número de trabajadores que además obtienen un salario mayor. Por otra parte, como hemos visto en el lema 1, el daño medioambiental también aumenta cuando los costes son exógenos, con respecto al caso en que el sindicato elige el salario. Como resultado, aunque disminuye la diferencia entre el bienestar en ambos casos, todavía se mantiene que $W^S > W^E$ debido a que ahora es mayor el daño medioambiental cuando los costes son exógenos.

El último caso lo tenemos cuando $a \geq a_2$. A medida que aumenta el tamaño de mercado, la producción crece en mayor proporción cuando los costes son exógenos, haciendo que tanto el excedente del consumidor como el del productor aumenten con respecto al caso en que el sindicato elige el salario. Aunque la utilidad de los trabajadores es mayor y el daño medioambiental es menor cuando el sindicato elige el salario, el peso de los excedentes del consumidor y del productor hacen que el bienestar sea mayor si los costes son exógenos que si el sindicato elige el salario, $W^E > W^S$.

4. Caso asimétrico

En este apartado analizamos si los resultados cambian al introducir asimetrías en el modelo. En términos generales, podemos decir que los resultados se mantienen al considerar asimetrías ya que siempre se cumple que para tamaños de mercado suficientemente grandes (pequeños) es mayor el bienestar social si los costes son exógenos (si el sindicato elige el salario). La diferencia con el caso simétrico radica en que, cuando consideramos asimetrías, existe un tamaño de mercado intermedio. Para este tamaño de mercado, el bienestar de ambos países cuando los costes son exógenos, puede ser mayor o menor que el bienestar de cada uno de los países cuando el sindicato elige el salario, dependiendo del tipo de asimetría considerada.

4.1 Asimetría en la valoración del salario y del empleo

En primer lugar, estudiamos el caso en que el sindicato i valora más el salario que el sindicato j , en particular $\alpha_i = 0.5$ y $\alpha_j = 0.25$.

La secuencia de elecciones del juego es la misma que en la sección anterior. Resolviendo cada una de las etapas obtenemos los estándares de equilibrio para cada país si el sindicato elige el salario, (e_i^S, e_j^S) , y si los costes son exógenos, (e_i^E, e_j^E) . Los resultados en términos del bienestar social son similares a los del caso simétrico,¹⁷ salvo en la existencia de un tamaño de mercado intermedio, para el cual el bienestar de ambos países cuando los costes son exógenos está comprendido entre el bienestar de cada uno de los países cuando es el sindicato el que elige el salario, $W_j^S > W_j^E = W_i^E > W_i^S$. En este último caso, al tener los sindicatos diferente valoración del salario, se fijarán diferentes salarios en cada país, lo que afectará a los distintos componentes de la función de bienestar social.

¹⁷ En el apéndice A.5 aparecen recogidas las expresiones de los estándares así como las relaciones entre el bienestar en ambos países cuando $\alpha_i = 0.5$ y $\alpha_j = 0.25$.

Nos centramos en las explicaciones para el caso intermedio, ya que los comentarios de los otros dos casos son similares a lo expuesto para el caso simétrico. Si analizamos el resultado obtenido para un tamaño de mercado intermedio, cuando $\alpha_i=0.5$ y $\alpha_j=0.25$ tenemos los siguientes efectos. Si los sindicatos eligen el salario, la empresa j tiene mayores beneficios que la i (produce más y sus salarios son más bajos, a pesar de que el coste por reducción de emisiones es mayor); además, los trabajadores obtienen una mayor utilidad en el país j (hay menores salarios pero más individuos contratados). El excedente de los consumidores es igual en ambos países pero el daño medioambiental es mayor en el país j . Los efectos anteriores dan como resultado que el bienestar social del país j sea mayor que el del país i cuando en ambos países los sindicatos eligen los salarios. Por otra parte, el país cuyo sindicato valora menos el salario, el j , obtiene un mayor bienestar si el sindicato elige el salario que si no es así, debido a la mayor utilidad que obtienen los trabajadores y al menor daño medioambiental ocasionado en este caso. El bienestar social es mayor en el país i cuando los costes son exógenos que si el sindicato elige el salario, debido al mayor excedente del consumidor y del productor, a pesar de que el daño medioambiental es mayor cuando los costes son exógenos.

Este resultado es robusto ya que si consideramos asimetrías en la valoración del salario y del empleo $\alpha_i \neq \alpha_j$, siempre se cumple que para un tamaño de mercado suficientemente grande, el bienestar es mayor para ambos países cuando los costes son exógenos que si el sindicato elige el salario. Para tamaños de mercado intermedios, el bienestar cuando los costes son exógenos está comprendido entre el bienestar de cada uno de los países cuando es el sindicato el que elige el salario, es decir, dependiendo del valor de α_i y de α_j podemos tener uno de estos dos casos, $W_j^S > W_j^E = W_i^E > W_i^S$ o $W_i^S > W_i^E = W_j^E > W_j^S$. Por último, para un tamaño de mercado suficientemente pequeño, el bienestar es menor para ambos países cuando los costes son exógenos.

4.2 Asimetría en la valoración medioambiental

En este apartado vamos a suponer que los países se diferencian en la valoración que tienen del medio ambiente. En particular, analizamos el caso en que el país i valora menos el medio ambiente que el país j : $\lambda_i=2$ y $\lambda_j=4$; se puede comprobar que los resultados se mantienen para otros valores de λ_i y λ_j , tales que $\lambda_i \neq \lambda_j$.

Si suponemos que los países difieren en cuanto a su valoración del medio ambiente, $\lambda_i=2 < \lambda_j=4$, obtenemos que:

(i) $W_i^E > W_j^E > W_i^S > W_j^S$ si sólo si $a > r + 2.3519$,

(ii) $W_i^E \geq W_i^S > W_j^S \geq W_j^E$ si y sólo si $r + 2.3519 \geq a \geq r + 2.2075$,

(iii) $W_i^S > W_j^S > W_i^E > W_j^E$ si y sólo si $r + 2.2075 > a > a^*$.

En términos de bienestar, obtenemos resultados similares a los del caso simétrico. La diferencia con este último caso radica en que ahora, para tamaños de mercado intermedios obtenemos que el país que menos valora el medio ambiente, el país i , consigue un bienestar mayor. Esto se debe a que la empresa del país i reduce menos las emisiones, produce más y paga mayores salarios que la del país j . Como resultado, el excedente de los consumidores y el beneficio de las empresas son mayores y los trabajadores obtienen una mayor utilidad que en el país j . A pesar de que la empresa i daña más el medio ambiente, este efecto tiene menor peso que los tres efectos anteriores, lo que produce que el bienestar social del país i sea mayor que el del país j , tanto si el sindicato elige el salario como si no. Por otra parte, el bienestar del país i es mayor si los costes son exógenos que si el sindicato elige el salario, debido a que en el primer caso se produce más. Como resultado, tanto el excedente de los consumidores como los beneficios de la empresa son mayores, aunque se causa un mayor daño medioambiental.

Si suponemos que los países tienen diferente valoración medioambiental, la política llevada a cabo por el país que menos valora el medio ambiente, es siempre

menos estricta cualquiera que sea el tamaño de mercado.¹⁸ El resultado obtenido viene explicado por el hecho de que cuando un país tiene una gran preocupación por el medio ambiente, intenta controlar las emisiones, limitando lo que la empresa puede contaminar. A su vez las empresas reaccionan limitando la producción, lo que implica contratar a menor número de trabajadores.

4.3 Asimetría en el salario de reserva

Supongamos que los países tienen diferentes salarios de reserva, pero la misma valoración medioambiental y la misma valoración entre salarios y empleo. Para analizar sus resultados, suponemos $r_i=0$ y $r_j=a/10$, es decir el país j tiene un salario de reserva más alto que el país i . Se puede comprobar que los resultados se mantienen para otros valores de r_i y r_j , tales que $r_i \neq r_j$.

Cuando los países presentan diferencias en el salario de reserva, $r_i=0 < r_j=a/10$, obtenemos que:

- (i) $W_i^E > W_j^E > W_i^S > W_j^S$ si y sólo si $a > a_4$,
- (ii) $W_i^E \geq W_i^S > W_j^S \geq W_j^E$ si y sólo si $a_4 \geq a \geq a_3$,
- (iii) $W_i^S > W_j^S > W_i^E > W_j^E$ si y sólo si $a_3 > a > a^*$.

Las expresiones de a_3 y a_4 vienen recogidas en el apéndice A.5. De nuevo, los resultados obtenidos cuando consideramos asimetrías en el salario de reserva son similares a los del caso simétrico. La diferencia radica en que para tamaños de mercado intermedios, el bienestar del país i es mayor que el bienestar del país j por las siguientes razones. En primer lugar, su producción es mayor, haciendo que también lo sea el excedente de los consumidores. En segundo lugar, sus beneficios son mayores, a pesar de tener mayores costes de reducción de emisiones. En tercer lugar, la utilidad de los

¹⁸ Siempre obtenemos que el estándar fijado por el país i es mayor que el fijado por el país j : $e_i^E > e_j^E$ y $e_i^S > e_j^S$. Esto es debido a que el país i valora menos el medio ambiente y así su empresa está en mejor posición para competir con la empresa del otro país.

trabajadores es mayor en el país i que en el j , porque al ser menor el salario de reserva en el país i , también es menor el salario que se paga, pero se contratan más trabajadores. Por último, el daño medioambiental del país i es mayor. Como resultado tenemos que el bienestar es mayor en i que en j debido a que los tres primeros efectos tienen más peso que el cuarto.

A continuación vamos a extender el modelo para analizar el caso en que los países deciden conjuntamente el estándar medioambiental.

5. Los países acuerdan la política medioambiental

En este apartado recogemos la posibilidad de que ambos países acuerden la política medioambiental conjuntamente, es decir, suponemos que existe un organismo supranacional que puede obligar a ambos países a fijar un determinado estándar en cada país. Al igual que hace Ulph (2000) suponemos que cuando ambos gobiernos buscan un resultado cooperativo, maximizan la suma del bienestar de ambos países.

Para analizar los resultados cuando los países acuerdan su política medioambiental, suponemos que ambos países tienen la misma valoración medioambiental ($\lambda_i = \lambda_j = \lambda$), el mismo salario de reserva ($r_i = r_j = r$) y que los sindicatos valoran por igual el salario y el empleo ($\alpha_i = \alpha_j = 0.5$), es decir, nos centramos en el caso simétrico. Por tanto, el juego planteado sólo se diferencia del anterior en la etapa primera, luego los resultados de las etapas tercera y segunda coinciden con los obtenidos cuando la elección de la política medioambiental se hace unilateralmente por cada gobierno.

Para resolver la primera etapa del juego recogemos la expresión de la función de bienestar conjunta que vendrá dada por:

$$W = EC_i + EC_j + EP_i + EP_j + US_i + US_j - \lambda (D_i + D_j), \quad i \neq j, i, j = 1, 2. \quad [10]$$

La decisión del nivel máximo de emisiones permitido será aquél, que maximice la ecuación [10]. Cuando los costes son exógenos, $US_i=US_j=0$, dado que el salario es fijo y viene dado por $r_i=r_j=r$. Los valores de equilibrio de las variables y los resultados obtenidos en esta sección vienen recogidos en el apéndice A.6, para el caso simétrico.

Al igual que cuando la elección de la política medioambiental es unilateral, un aumento de la valoración medioambiental supone que el gobierno fija un nivel máximo de emisiones menor, es decir fija una política medioambiental más estricta.

Los resultados son similares a los obtenidos cuando cada gobierno decide su política medioambiental. En primer lugar, cuanto mayor es el tamaño de mercado, dados λ y r , mayor es el estándar fijado cuando los costes son exógenos respecto del estándar fijado cuando el sindicato elige el salario. El daño medioambiental mantiene la misma relación. En segundo lugar, tanto la producción como el excedente del consumidor son mayores cuando los costes son exógenos, cuanto mayor es el tamaño de mercado. Por último, el bienestar es mayor si los costes son exógenos (W^{CE}) que si el sindicato elige el salario (W^{CS}), cuanto mayor sea el tamaño de mercado.

Proposición 2: *Si los países acuerdan conjuntamente la política medioambiental, obtenemos que $W^{CE} \geq W^{CS}$ si y sólo si $a \geq a_5 > a^*$.*

La expresión de a_5 aparece recogida en el apéndice A.6. Cuando los países acuerdan la política medioambiental conjuntamente los resultados son similares con los obtenidos cuando la política medioambiental se elige unilateralmente. Es decir, en ambos casos se obtiene que si el tamaño de mercado es suficientemente grande el bienestar es mayor cuando los sindicatos no eligen los salarios, por el mayor peso del excedente del consumidor y del productor; si el tamaño de mercado es suficientemente pequeño el bienestar es mayor cuando el sindicato elige el salario.

6. Conclusiones

Hemos desarrollado un modelo sencillo con mercados de productos oligopolísticos y mercados de trabajo sindicados, analizando la interacción entre variables que afectan a la política medioambiental y variables del mercado de trabajo. El análisis realizado combina dos temas diferentes, por un lado la elección de la política medioambiental por parte del gobierno, y por otro lado los efectos de la interacción en el mercado del producto de un proceso salarial llevado a cabo por los sindicatos.

La política medioambiental afecta al comportamiento de los productores, ya que si el gobierno fija un estándar medioambiental alto (bajo) permite a las empresas una mayor (menor) producción. Por otro lado, a las empresas también les afecta la existencia de sindicatos que determinen el salario cuando deciden su nivel de producción.

Los resultados obtenidos muestran que, si los países tienen la misma valoración medioambiental y el mismo salario de reserva y los sindicatos valoran por igual el salario y el empleo, la política medioambiental llevada a cabo por el gobierno varía dependiendo del tamaño de mercado y de si los sindicatos eligen el salario o no. Por un lado, si el tamaño de mercado es suficientemente grande y los sindicatos no eligen los salarios, el gobierno fijará estándares medioambientales más altos que si hay sindicatos que determinan los salarios. Por otro lado, si el tamaño de mercado es suficientemente pequeño y los sindicatos eligen el salario, la política medioambiental es menos estricta y el gobierno fija estándares más altos que si los costes de producción son exógenos.

En cuanto al bienestar social obtenemos que la presencia de sindicatos que eligen el salario aumenta el bienestar social si el tamaño de mercado es pequeño, como consecuencia de la mayor utilidad que obtienen los trabajadores respecto al caso en que los costes son exógenos. Pero, si el tamaño de mercado es suficientemente grande, el bienestar es mayor si los costes son exógenos, por el aumento que experimentan tanto el excedente del consumidor como el excedente del productor.

Los principales resultados se mantienen al considerar diferentes asimetrías. Es decir, si los países tienen diferente valoración medioambiental o diferente salario de reserva o los sindicatos valoran de forma diferente el salario y el empleo, las conclusiones obtenidas no se ven alteradas. También podemos concluir diciendo que, si los gobiernos acuerdan su política medioambiental conjuntamente los resultados no varían.

Apéndice

Apéndice A.1

La función de bienestar social del país i , cuando el sindicato elige el salario, es: $W_i = EC_i + EP_i + US_i - \lambda_i D_i$, $i=1,2$, donde

$$EC_i = \frac{1}{64(\alpha_i \alpha_j - 9)^2} 9(-2a(\alpha_i + \alpha_j + \alpha_i \alpha_j - 3) + (\alpha_i - 1)(3 + \alpha_j)r_i - 3r_j - \alpha_i r_j + 3\alpha_j r_j + \alpha_i \alpha_j r_j + e_i(3 - 3\alpha_i + \alpha_j - \alpha_i \alpha_j) + e_j(3 + \alpha_i - 3\alpha_j - \alpha_i \alpha_j))^2,$$

$$EP_i = \frac{1}{8} \left(\frac{1}{(\alpha_i \alpha_j - 9)^2} M_i (2a\alpha_i(3 + \alpha_j) - 9(\alpha_i - 1)r_i - \alpha_i(3(\alpha_j - 1)r_j + (\alpha_j - 9)e_i - 3(-1 + \alpha_j)e_j)) - 4\left(e_i - \frac{M_i}{8(-9 + \alpha_i \alpha_j)}\right)^2 - \frac{1}{4(\alpha_i \alpha_j - 9)^2} M_i (2a(3 + \alpha_i)(3 + \alpha_j) - 3((\alpha_i - 1)(3 + \alpha_j)r_i + (3 + \alpha_i)(\alpha_j - 1)r_j + e_i(3 - 3\alpha_i + \alpha_j - \alpha_i \alpha_j) + e_j(3 + \alpha_i - 3\alpha_j - \alpha_i \alpha_j))) \right),$$

siendo: $M_i = 3(\alpha_i - 1)(2a(3 + \alpha_j) + (\alpha_j - 9)r_i + 3r_j(1 - \alpha_j) + e_i(9 - \alpha_j) - 3e_j(1 - \alpha_j))$,

$$US_i = \frac{1}{-9 + \alpha_i \alpha_j} \left((-1)^{\alpha_i} \left(\frac{3}{8}\right)^{1-\alpha_i} (\alpha_i - 1)^{1-\alpha_i} (\alpha_i)^{\alpha_i} (2a(3 + \alpha_j) + (\alpha_j - 9)r_i + 3r_j - 3\alpha_j r_j + e_i(9 - \alpha_j) + 3e_j(\alpha_j - 1)) \right),$$

$$D_i = \frac{1}{2}(e_i)^2, \quad i \neq j, i, j = 1, 2.$$

Apéndice A.2

Los estándares fijados por ambos países cuando el gobierno elige el estándar medioambiental unilateralmente, y los sindicatos eligen el salario, son:

$$\begin{aligned}
e_i^s = & \left(-\frac{1}{3}\right)^{\alpha_j} 8^{2+\alpha_j} (\alpha_i - 9)(\alpha_j - 1)^{-\alpha_j} \alpha_j^{\alpha_j} (\alpha_i \alpha_j - 9)^2 + 72(\alpha_i - 9)(\alpha_j - 1)(\alpha_i \alpha_j - 9) \\
& (2a(3 + \alpha_i) - 3(\alpha_i - 1)r_i + (\alpha_i - 9)r_j) - 48(3 + \alpha_i)(\alpha_i \alpha_j - 9)(2a(\alpha_i + \alpha_j + \alpha_i \alpha_j - 3) - \\
& (\alpha_i - 1)(3 + \alpha_j)r_i - (3 + \alpha_i)(\alpha_j - 1)r_j) + ((3^{2-\alpha_i} (\alpha_i - 1)^{2-\alpha_i} (63 - 87\alpha_j + \alpha_i(7\alpha_j - 15)) \\
& (-9(-1)^{\alpha_i} 2^{3(1+\alpha_i)} \alpha_i^{\alpha_i} (\alpha_j - 9) + (-1)^{\alpha_i} 2^{3(1+\alpha_i)} \alpha_i^{1+\alpha_i} (\alpha_j - 9)\alpha_j + 23^{1+\alpha_i} a(\alpha_i - 1)^{\alpha_i} (33 + \\
& \alpha_i(\alpha_j - 29) - 5\alpha_j)(3 + \alpha_j) + 3^{1+\alpha_i} (\alpha_i - 1)^{\alpha_i} \alpha_i ((261 - 42\alpha_j + 5\alpha_j^2)r_i + (94\alpha_j - 7\alpha_j^2 - \\
& 87)r_j) + 3^{1+\alpha_i} (\alpha_i - 1)^{\alpha_i} ((-261 + 42\alpha_j - 5\alpha_j^2)r_i + 3(21 - 26\alpha_j + 5\alpha_j^2)r_j)) - 3^{-\alpha_j} (-1 + \\
& \alpha_j)^{-\alpha_j} (23^{1+\alpha_j} a(3 + \alpha_i)(33 + \alpha_i(\alpha_j - 5) - 29\alpha_j)(\alpha_j - 1)^{\alpha_j} - 9(-1)^{\alpha_j} 2^{3(1+\alpha_j)} (\alpha_i - 9)\alpha_j^{\alpha_j} \\
& + (-1)^{\alpha_j} 2^{3(1+\alpha_j)} (\alpha_i - 9)\alpha_i \alpha_j^{1+\alpha_j} + 3^{1+\alpha_j} (\alpha_j - 1)^{\alpha_j} (3(21 - 26\alpha_i + 5\alpha_i^2)r_i + (-261 + 42\alpha_i - \\
& 5\alpha_i^2)r_j) - 3^{1+\alpha_j} (\alpha_j - 1)^{\alpha_j} \alpha_j ((87 - 94\alpha_i + 7\alpha_i^2)r_i + (-261 + 42\alpha_i - 5\alpha_i^2)r_j))(9(315 + \\
& 42\alpha_j - 5\alpha_j^2 + 576\lambda_i) + 18\alpha_i(261 + 5\alpha_j^2 - 2\alpha_j(53 + 32\lambda_j)) + \alpha_i^2(-2349 + 378\alpha_j + \\
& \alpha_j^2(19 + 64\lambda_i)))(-81(-35 - 58\alpha_j + 29\alpha_j^2 - 64\lambda_j) + 18\alpha_i(21 + 21\alpha_j^2 - 2\alpha_j(53 + \\
& 32\lambda_j)) + \alpha_i^2(90\alpha_j - 45 + \alpha_j^2(19 + 64\lambda_j)))/(\alpha_i^3(5103 + 9\alpha_j^2(1037 + 80\lambda_i + 336\lambda_j) - \\
& 9\alpha_j(3289 + 40\lambda_i + 2088\lambda_j) + \alpha_j^3(-451 + 152\lambda_i + 152\lambda_j + 512\lambda_i\lambda_j)) + 81(63\alpha_j^3 + \\
& \alpha_j^2(1111 + 2088\lambda_i + 40\lambda_j) - 3\alpha_j(889 + 1392\lambda_i + 112\lambda_j) - 9(147 + 280\lambda_i + 280\lambda_j + \\
& 512\lambda_i\lambda_j)) + 9\alpha_i^2(\alpha_j^3(1037 + 336\lambda_i + 80\lambda_j) + \alpha_j(19695 - 384\lambda_i + 1152\lambda_j) + \\
& 9(1111 + 40\lambda_i + 2088\lambda_j) - 3\alpha_j^2(4185 + 616\lambda_i + 616\lambda_j + 512\lambda_i\lambda_j)) - 9\alpha_i \\
& (-3\alpha_j^2(6565 + 384\lambda_i - 128\lambda_j) + \alpha_j^3(3289 + 2088\lambda_i + 40\lambda_j) + 27(889 + 112\lambda_i + \\
& 1392\lambda_j) - 9\alpha_j(1976\lambda_i + 1976\lambda_j + 1536\lambda_i\lambda_j - 1403))/((24(1 - \alpha_i)(\alpha_i \alpha_j - 9) \\
& (63 - 87\alpha_j + \alpha_i(7\alpha_j - 15))),
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
e_j^S = & (3(\alpha_j - 1)(3^{2-\alpha_i}(\alpha_i - 1)^{2-\alpha_i}(63 - 87\alpha_j + \alpha_i(7\alpha_j - 15))(-9(-1)^{\alpha_i}2^{3(1+\alpha_i)}\alpha_i^{\alpha_i}(\alpha_j - 9) + \\
& (-1)^{\alpha_i}2^{3(1+\alpha_i)}\alpha_i^{1+\alpha_i}(\alpha_j - 9)\alpha_j + 23^{1+\alpha_i}a(\alpha_i - 1)^{\alpha_i}(33 + \alpha_i(\alpha_j - 29) - 5\alpha_j)(3 + \alpha_j) + 3^{1+\alpha_i} \\
& (\alpha_i - 1)^{\alpha_i}\alpha_i((261 - 42\alpha_j + 5\alpha_j^2)r_i + (94\alpha_j - 7\alpha_j^2 - 87)r_j) + 3^{1+\alpha_i}(\alpha_i - 1)^{\alpha_i}((-261 + 42\alpha_j - \\
& 5\alpha_j^2)r_i + 3(21 - 26\alpha_j + 5\alpha_j^2)r_j)) - 3^{-\alpha_j}(\alpha_j - 1)^{-\alpha_j}(23^{1+\alpha_j}a(3 + \alpha_i)(33 + \alpha_i(\alpha_j - 5) - 29\alpha_j) \\
& (\alpha_j - 1)^{\alpha_j} - 9(-1)^{\alpha_j}2^{3(1+\alpha_j)}(\alpha_i - 9)\alpha_j^{\alpha_j} + (-1)^{\alpha_j}2^{3(1+\alpha_j)}(\alpha_i - 9)\alpha_i\alpha_j^{1+\alpha_j} + 3^{1+\alpha_j}(\alpha_j - 1)^{\alpha_j} \\
& (3(21 - 26\alpha_i + 5\alpha_i^2)r_i + (42\alpha_i - 5\alpha_i^2 - 261)r_j) - 3^{1+\alpha_j}(\alpha_j - 1)^{\alpha_j}\alpha_j((87 - 94\alpha_i + 7\alpha_i^2)r_i + \\
& (42\alpha_i - 5\alpha_i^2 - 261)r_j))(9(315 + 42\alpha_j - 5\alpha_j^2 + 576\lambda_i) + 18\alpha_i(261 + 5\alpha_j^2 - 2\alpha_j(53 + 32\lambda_i)) \\
& + \alpha_i^2(-2349 + 378\alpha_j + \alpha_j^2(19 + 64\lambda_i))))/(8(\alpha_i\alpha_j - 9)(\alpha_i^3(5103 + 9\alpha_j^2(1037 + 80\lambda_i + \\
& 336\lambda_j) - 9\alpha_j(3289 + 40\lambda_i + 2088\lambda_j) + \alpha_j^3(152\lambda_i + 152\lambda_j + 512\lambda_i\lambda_j - 451)) + 81(63\alpha_j^3 + \\
& \alpha_j^2(1111 + 2088\lambda_i + 40\lambda_j) - 3\alpha_j(889 + 1392\alpha_i + 112\alpha_j) - 9(147 + 280\lambda_i + 280\lambda_j + \\
& 512\lambda_i\lambda_j)) + 9\alpha_i^2(\alpha_j^3(1037 + 336\lambda_i + 80\lambda_j) + \alpha_j(19695 - 384\lambda_i + 1152\lambda_j) + 9(1111 + 40\lambda_i + \\
& 2088\lambda_j) - 3\alpha_j^2(4185 + 616\lambda_i + 616\lambda_j + 512\lambda_i\lambda_j)) - 9\alpha_i(-3\alpha_j^2(6565 + 384\lambda_i - 128\lambda_j) + \\
& \alpha_j^3(3289 + 2088\lambda_i + 40\lambda_j) + 27(889 + 112\lambda_i + 1392\lambda_j) - 9\alpha_j(1976\lambda_i + 1976\lambda_j + 1536\lambda_i\lambda_j - \\
& 1403)))).
\end{aligned}$$

Apéndice A.3

La función de bienestar social del país i cuando los costes de producción son exógenos es:

$$W_i = EC_i + EP_i - \lambda_i D_i, \quad i = 1, 2, \text{ donde}$$

$$EC_i = \frac{1}{64}(2a - r_i - r_j + e_i + e_j)^2,$$

$$\begin{aligned}
EP_i = & \frac{1}{128}(12a^2 + 27r_i^2 + 3r_j^2 + 18r_j e_i - 37e_i^2 - 18r_i(r_j + 3e_i - e_j) - 6r_j e_j - 18e_i e_j + \\
& 3e_j^2 - 12a(3r_i - r_j - 3e_i + e_j)),
\end{aligned}$$

$$D_i = \frac{1}{2}(e_i)^2, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2.$$

Apéndice A.4

Los estándares fijados, en el caso simétrico, cuando el sindicato elige el salario (e^S) y cuando los costes son exógenos (e^E), son:

$$e^S = \frac{136\sqrt{6} + 117(a - r)}{1003 + 1120\lambda}, \quad e^E = \frac{56r(1 + \lambda) + 11a(7 + 16\lambda) - r(133 + 232\lambda)}{147 + 560\lambda + 512\lambda^2}.$$

El daño medioambiental, en el caso simétrico, cuando el sindicato elige el salario (D^S) y cuando los costes son exógenos (D^E), es:

$$D^S = \frac{(136\sqrt{6} + 117a - 117r)^2 \lambda}{2(1003 + 1120\lambda)^2}, \quad D^E = \frac{121(a - r)^2 \lambda}{2(21 + 32\lambda)^2}.$$

El excedente del consumidor, en el caso simétrico, cuando el sindicato elige el salario (EC^S) y cuando los costes son exógenos (EC^E), es

$$EC^S = \frac{36(17\sqrt{6} + 140a(1 + \lambda) - 140r(1 + \lambda))^2}{25(1003 + 1120\lambda)^2}, \quad EC^E = \frac{64(a - r)^2(1 + \lambda)^2}{(21 + 32\lambda)^2}.$$

Los beneficios de las empresas, en el caso simétrico, cuando el sindicato elige el salario (π^S) y cuando los costes son exógenos (π^E), son

$$\pi^S = \frac{1}{50(1003 + 1120\lambda)^2} (3(-862376 - 4080\sqrt{6}r(-23 + 42\lambda) + 225a^2(2629 + 6272\lambda + 3136\lambda^2) + 225r^2(2629 + 6272\lambda + 3136\lambda^2) + 30a(136\sqrt{6}(-23 + 42\lambda) - 15r(2629 + 6272\lambda + 3136\lambda^2))))),$$

$$\pi^E = \frac{(a - r)^2(71 + 384\lambda + 192\lambda^2)}{2(21 + 32\lambda)^2}.$$

El bienestar social, en el caso simétrico, cuando el sindicato elige el salario (W^S) y cuando los costes son exógenos (W^E), es

$$W^S = \frac{1}{10(1003 + 1120\lambda)^2} (408(799 + 880\lambda) - 400\sqrt{6}r(2839 + 5975\lambda + 3136\lambda^2) + 45a^2 (14159 + 29839\lambda + 15680\lambda^2) + 45r^2(14159 + 29839\lambda + 15680\lambda^2) + 10a(1 + \lambda)(40\sqrt{6} (2839 + 3136\lambda) - 9r(14159 + 15680\lambda))),$$

$$W^E = \frac{(a - r)^2(199 + 519\lambda + 320\lambda^2)}{2(21 + 32\lambda)^2}.$$

Las expresiones del tamaño de mercado a_2 son:

$$\psi(\lambda) = \sqrt{6}(25(21 + 32\lambda)^2(2839 + 5975\lambda + 3136\lambda^2) + \sqrt{5}(21063 + 76679\lambda + 91456\lambda^2 + 35840\lambda^3)\sqrt{563165 + 1528192\lambda + 1003520\lambda^2}),$$

$$\phi(\lambda) = 160(1 + \lambda)^2(562495 + 1529376\lambda + 1003520\lambda^2).$$

Apéndice A.5

Asimetrías en cuanto a la valoración del salario y del empleo por parte de los sindicatos.

Suponemos $\alpha_i = 0.5$ y $\alpha_j = 0.25$. Los estándares fijados en los países i y j cuando el sindicato elige el salario, e_i^S y e_j^S , son respectivamente:

$$e_i^S = \frac{9(a - r)(1505759 + 2052752\lambda) + 7\sqrt{6}(2444590 - 31113.226 + 3226240\lambda)}{123261193 + 301588688\lambda + 183250432\lambda^2},$$

$$e_j^S = \frac{27(a - r)(1304693 + 1487024\lambda) + 3\sqrt{6}(-174510 + 5792174.8 + 6522334.9\lambda)}{123261193 + 301588688\lambda + 183250432\lambda^2}.$$

Los estándares fijados en los países i y j cuando los costes son exógenos, e_i^E y e_j^E , son:

$$e_i^E = e_j^E = \frac{56r(1+\lambda) + 11a(7+16\lambda) - r(133+232\lambda)}{147+560\lambda+512\lambda^2}.$$

Si suponemos que la valoración del salario y del empleo difiere entre ambos países, en concreto $\alpha_i = 0.5$ y $\alpha_j = 0.25$, obtenemos que:

(i) $W_i^E = W_j^E \geq W_j^S > W_i^S$ si y sólo si $a \geq a_N$,

(ii) $W_j^S > W_j^E = W_i^E > W_i^S$ si y sólo si $a_N > a > a_M$,

(iii) $W_j^S > W_i^S \geq W_i^E = W_j^E$ si y sólo si $a_M \geq a > a^*$,

donde

$$a_N = (0.5456 + 4.1671\lambda + 13.1919\lambda^2 + 22.1572\lambda^3 + 20.8241\lambda^4 + 10.3832\lambda^5 + 2.1458\lambda^6 + 2.1458((0.6253 + \lambda)(0.6562 + \lambda)^2(0.7557 + \lambda)^2(0.7577 + \lambda)(0.8485 + \lambda)(0.89 + \lambda)^2(0.9293 + \lambda)(1 + \lambda)^2)^{\frac{1}{2}} + r(0.6142 + \lambda)(0.7580 + \lambda)(0.7994 + \lambda)(0.9312 + \lambda)(0.9999 + \lambda)(1 + \lambda))/((0.6142 + \lambda)(0.758 + \lambda)(0.7994 + \lambda)(0.9312 + \lambda)(1 + \lambda)^2),$$

$$a_M = (0.249 + 1.9544\lambda + 6.3666\lambda^2 + 11.0153\lambda^3 + 10.6738\lambda^4 + 5.4911\lambda^5 + 1.1714\lambda^6 + 1.1714((0.6258 + \lambda)(0.6562 + \lambda)^2(0.7557 + \lambda)^2(0.8884 + \lambda)(0.89 + \lambda)^2(1 + \lambda)^2(0.5268 + 1.449\lambda + \lambda^2))^{\frac{1}{2}} + r(0.6185 + \lambda)(0.8889 + \lambda)(0.5651 + 1.5021\lambda + \lambda^2)(1 + 2\lambda + \lambda^2))/((0.6185 + \lambda)(0.8889 + \lambda)(1 + \lambda)^2(0.5651 + 1.5021\lambda + \lambda^2)).$$

Tamaños de mercado que hacen referencia a asimetrías en el salario de reserva:

$$a_3 = (0.0697 + 0.8360\lambda + 4.3190\lambda^2 + 12.5632\lambda^3 + 22.5208\lambda^4 + 25.4957\lambda^5 + 17.8145\lambda^6 + 7.0292\lambda^7 + 1.2\lambda^8 + 1.2((0.4375 + \lambda)^2(0.6278 + \lambda)(0.6562 + \lambda)^2(0.8829 + \lambda)^2(0.8927 + \lambda)(0.8955 + \lambda)^2(1 + \lambda)^2(0.1933 + 0.8792\lambda + \lambda^2)(0.7757 + 1.7615\lambda + \lambda^2))^{\frac{1}{2}})/((0.6233 + \lambda)(0.9027 + \lambda)(1 + \lambda)^2(0.1962 + 0.8855\lambda + \lambda^2)(0.7791 + 1.7654\lambda + \lambda^2)),$$

$$a_4 = (0.0805 + 0.9659\lambda + 4.9888\lambda^2 + 14.5074\lambda^3 + 25.9983\lambda^4 + 29.423\lambda^5 + 20.5516\lambda^6 + 8.1062\lambda^7 + 1.3833\lambda^8 + 1.3833((0.4375 + \lambda)^2(0.6219 + \lambda)(0.6562 + \lambda)^2(0.8829 + \lambda)^2(0.8955 + \lambda)^2(0.9032 + \lambda)(1 + \lambda)^2(0.1902 + 0.8720\lambda + \lambda^2)(0.7834 + 1.7702\lambda + \lambda^2))^{\frac{1}{2}}) / ((0.6161 + \lambda)(0.9053 + \lambda)(1 + \lambda)^2(0.1889 + 0.8685\lambda + \lambda^2)(0.78 + 1.7664\lambda + \lambda^2)).$$

Apéndice A.6

Los estándares fijados por ambos gobiernos cuando el sindicato elige el salario, e_i^{CS} , y cuando los costes son exógenos, e_i^{CE} , si la elección de la política medioambiental es conjunta y suponemos simetría, son:

$$e_i^{CS} = e_j^{CS} = \frac{8\sqrt{6} + 9(a-r)}{71 + 80\lambda}, \quad e_i^{CE} = e_j^{CE} = \frac{5(a-r)}{11 + 16\lambda}, \quad i \neq j, i, j = 1, 2.$$

El excedente del consumidor, en el caso simétrico, cuando el sindicato elige el salario (EC^{CS}) y con costes exógenos (EC^{CE}), cuando los gobiernos eligen la política medioambiental conjuntamente, es:

$$EC^{CS} = \frac{36(\sqrt{6} + 10(1 + \lambda)(a-r))^2}{25(71 + 80\lambda)^2}, \quad EC^{CE} = \frac{16(a-r)^2(1 + \lambda)^2}{(11 + 16\lambda)^2}.$$

El daño medioambiental, en el caso simétrico, cuando el sindicato elige el salario (D^{CS}) y con costes exógenos (D^{CE}), cuando los gobiernos eligen la política medioambiental conjuntamente, es:

$$D^{CS} = \frac{(8\sqrt{6} + 9(a-r))^2 \lambda}{2(71 + 80\lambda)^2}, \quad D^{CE} = \frac{25(a-r)^2 \lambda}{2(11 + 16\lambda)^2}.$$

El bienestar social, en el caso simétrico, cuando el sindicato elige el salario (W^{CS}) y con costes exógenos (W^{CE}), cuando los gobiernos eligen la política medioambiental conjuntamente, es:

$$W^{CS} = \frac{24 + 45a^2(1 + \lambda) + 10a(8\sqrt{6} - 9r)(1 + \lambda) - 80\sqrt{6}r(1 + \lambda) + 45r^2(1 + \lambda)}{355 + 400\lambda},$$

$$W^{CE} = \frac{-28r^2(1 + \lambda)^2 - 20ar(1 + \lambda)(1 + 4\lambda) + 2r^2(1 + \lambda)(19 + 34\lambda) + 5a^2(2 + 10\lambda + 8\lambda^2)}{22 + 60\lambda + 4\lambda(15 + 32\lambda)}.$$

Los resultados obtenidos cuando la elección de la política medioambiental es conjunta, para el caso simétrico son:

(i) $e^{CE} \geq e^{CS}$, $D^{CE} \geq D^{CS}$ si y sólo si $a \geq a_6 > a^*$,

(ii) $e^{CS} \geq e^{CE}$, $D^{CS} \geq D^{CE}$ si y sólo si $a^* < a \leq a_6$, donde $a_6 = r + \frac{\sqrt{6}(11 + 16\lambda)}{32(1 + \lambda)}$,

(iii) $q^{CE} > q^{CS}$, $EC^{CE} > EC^{CS}$ y $EP^{CE} > EP^{CS}$,

(iv) $W^{CE} \geq W^{CS}$ si y sólo si $a \geq a_5 > a^*$,

donde $a_5 = r + \frac{\sqrt{6}(55 + 135\lambda + 80\lambda^2 + \sqrt{5}\sqrt{(1 + \lambda)^2(781 + 2016\lambda + 1280\lambda^2)})}{160(1 + \lambda)^2}$.

Referencias Bibliográficas

BÁRCENA, J. C. y M. B. GARZÓN (2000). "Environmental Standards, Wage Incomes and the Location of Polluting Firms". Biltoki 2000.04.

BRANDER, J.A. y B. SPENCER (1988). "Unionized Oligopoly and International Trade Policy". Journal of International Economics 24, 217-234.

BROWN, J. N. y O. ASHENFELTER (1986). "Testing the Efficiency of Employment Contracts". Journal of Political Economy 94, 540-587.

BUGHIN, J. y S. VANNINI (1995). "Strategic Direct Investment under Unionized Oligopoly". International Journal of Industrial Organization 13, 127-145.

DERTOUZOS, J. N. y J. M. PENCAVEL (1981). "Wage and Employment Determination Under Trade Unionism: The International Typographical union". Journal of Political Economy 89, 1162-1181.

FALK, I. y R. MENDELSON (1993). "The Economics of Controlling Stock Pollutants: An Efficient Strategy for Greenhouse Gases". Journal of Environmental Economics and Management 25, 75-88.

HOEL, M. (1997a). "Coordination of Environmental Policy for Transboundary Environmental Problems". Journal of Public Economics 66, 199-224.

HOEL, M. (1997 b). "Environmental Policy with Endogenous Plant Locations". Scandinavian Journal of Economics 99 (2), 241-259.

HOEL, M. (1998). "Emission Taxes versus Other Environmental Policies". Scandinavian Journal of Economics 100 (1), 79-104.

MARKUSEN, J.R. (1997). "Costly Pollution Abatement, Competitiveness and Plant Location Decisions". Resource and Energy Economics 19, 299-320.

MEZZETTI, C. y E. DINOPOULOS (1991). "Domestic Unionization and Import Competition". Journal of International Economics 31, 79-100.

NAYLOR, R. (1998). "International Trade and Economic Integration when Labour Markets are Generally Unionised". European Economic Review 42, 1251-1267.

OSWALD, ANDREW-J y PETER-J TURNBULL (1985). "Pay and Employment Determination in Britain: What Are Labour". Oxford Review of Economic Policy 1 (2), Summer 1985, 80-97.

ULPH, A. (1996). "Environmental Policy and International Trade when Governments and Producers Act Strategically". *Journal of Environmental Economics and Management* 30, 265-281.

ULPH, A. (2000). "Harmonization and Optimal Environmental Policy in a Federal System with Asymmetric Information". *Journal of Environmental Economics and Management* 39, 224-241.

VAN DER PLOEG, F. y A. J. DE ZEEUW (1992). "International Aspects of Pollution Control". *Environmental and Resource Economics* 2, 117-139.