

¿Por qué los mercados grandes no regulan?

Eva Camacho Cuenca · Miguel Ginés Vilar · Lidia Vidal Meliá

Universitat Jaume I, Castellón, España

Resumen

El objetivo de este trabajo es estudiar, utilizando un modelo teórico, el impacto que el tamaño del mercado tiene sobre la regulación de las emisiones consecuencia de la actividad productiva de las empresas. En nuestro modelo asumimos dos países con mercados del mismo tamaño. En cada país opera una sola empresa que produce tanto para el mercado doméstico como el mercado extranjero. Los gobiernos deciden controlar las emisiones resultantes de la actividad productiva de las empresas gravándolas con un impuesto y dar así incentivos a las empresas a invertir en actividades de I+D con el fin de reducir sus emisiones. En un contexto en el que tanto las empresas como los gobiernos actúan de forma estratégica demostramos que un aumento en el tamaño del mercado reduce los incentivos de los gobiernos a aplicar impuestos a la contaminación.

Palabras clave: impuestos a la contaminación · países simétricos · mercados imperfectos · I+D ambiental

1. Introducción

La regulación de las emisiones ha recibido una gran atención en los últimos años por parte de los investigadores. Hoy en día es ampliamente conocido que los instrumentos de control de la contaminación basados en el mercado, como los impuestos a las emisiones y los permisos negociables, son herramientas potentes y eficaces para la reducción de la contaminación.

Incluso si la eficiencia de los impuestos sobre las emisiones ha sido ampliamente reconocida, no debemos olvidar el potencial efecto que las decisiones de los gobiernos respecto a su política ambiental tienen sobre la competitividad de sus industrias, tanto en los mercados nacionales como internacionales. Por ello, en los últimos años está creciendo un interés en el análisis de cómo la política ambiental puede constituir una herramienta para mejorar la competitividad de las empresas. En esta línea, diversos estudios han abordado la cuestión de la contaminación mundial en un entorno oligopolístico internacional. Los trabajos de Barrett (1994) y Ulph (1996), al igual que el nuestro, asumen en su análisis emisiones

locales y países idénticos. En ambos estudios se concluye que los impuestos a la contaminación implementados unilateralmente no son socialmente óptimos en general.

Barrett (1994), demuestra que si las empresas en los mercados compiten en cantidades (*à la Cournot*) y la industria doméstica es un monopolio los gobiernos tienen incentivos a implementar normas ambientales débiles. Sin embargo, si la industria doméstica es un oligopolio el incentivo a debilitar la regulación ambiental se reduce, invirtiéndose en algunos casos. En cambio, si las empresas compiten en precios (*à la Bertrand*) en los mercados, los gobiernos tienen incentivos a endurecer su política de control de emisiones.

Por otro lado, Ulph (1996) con un modelo similar demuestra que si los productores actúan estratégicamente el incentivo de los gobiernos de relajar sus políticas ambientales se reduce. En cambio, si los gobiernos actúan estratégicamente al decidir sobre su política ambiental, el incentivo de los productores de actuar estratégicamente aumenta, provocando una disminución del bienestar social. Finalmente, demuestran que los incentivos de reguladores y empresas a actuar de modo estratégico son mayores cuando la política ambiental se basa en el uso de impuestos a las emisiones, respecto a estándares de emisión.

En un trabajo más reciente, Poyago-Theotoky (2007, 2010) estudia una industria oligopolística en la que las empresas invierten en actividades de I+D para reducir emisiones, generando una externalidad positiva sobre el resto de empresas en la industria. En un país en el que el gobierno utiliza impuestos sobre las emisiones como instrumento de política ambiental, compara dos regímenes respecto a la inversión de las empresas en I+D ambiental: independiente y cooperativo. En caso de una inversión en I+D eficiente (con externalidades positivas en las otras empresas) y niveles de daño reducidos, la cooperación de las empresas en su inversión en I+D ambiental genera una inversión mayor que en el caso de hacerlo de modo independiente. Mientras que la cooperación genera una menor inversión en I+D en caso de I+D no eficiente y niveles de daño mayores.

El objetivo de nuestro artículo es analizar cómo las decisiones que toman los gobiernos sobre los impuestos a la contaminación afecta a la competitividad de sus empresas, modificando con ello sus incentivos respecto a la política ambiental óptima. Para ello consideramos una economía formada por dos países donde el instrumento de control de emisiones que utilizan ambos gobiernos son los impuestos. En cada uno de los países opera una empresa que produce tanto para el mercado doméstico como para el mercado internacional, donde cada empresa tiene la opción de invertir en actividades de I+D que reduzcan las emisiones resultado de sus procesos productivos. Como resultado obtenemos que un mayor tamaño de los mercados, hace que sea óptimo para los reguladores relajar su

política ambiental, reduciendo los impuestos a las emisiones de las empresas con el objetivo de mejorar su competitividad en los mercados. Cuando el tamaño de los mercados se reduce, estos incentivos desaparecen y los gobiernos tienen incentivos a aumentar los impuestos a las emisiones de las empresas, aumentando con ellos los incentivos a la inversión en tecnologías menos contaminantes.

2. El modelo teórico

Consideramos una economía compuesta por dos países (a y b). En cada país opera una sola empresa que produce dos variedades de un bien: una de ellas destinada al mercado doméstico y otra destinada al mercado extranjero. En cada uno de los mercados las empresas compiten en cantidades (*à la Cournot*), siendo las funciones inversas de demanda en cada uno de los países:

$$p_a = \alpha_a - (q_{aa} + q_{ba}) \quad (1)$$

$$p_b = \alpha_b - (q_{bb} + q_{ab}) \quad (2)$$

donde p_a (p_b) denota el precio final del producto en el país a (b), α_a (α_b) es el tamaño de mercado del país a (b), q_{aa} (q_{bb}) es la cantidad que produce la empresa localizada en el país a (b) para el mercado doméstico y q_{ab} (q_{ba}) la cantidad que envía al mercado extranjero. De las ecuaciones (1) y (2) vemos que los productos de ambas empresas son sustitutos perfectos dentro de su respectivo mercado. La producción de las empresas genera emisiones contaminantes a la atmósfera. Por simplicidad asumimos que las emisiones son locales y coinciden con la producción total de las empresas en el país en el que están localizadas. Además, asumimos que el daño producido por las emisiones en cada país coincide con el nivel de emisiones de la empresa que opera en él¹:

$$D_a = E_a$$

$$D_b = E_b$$

donde D_a (D_b) denota la externalidad negativa generada por la actividad productiva de las empresas en el país a (b) en el que produce.

Sin embargo, las empresas pueden invertir en el desarrollo de procesos productivos menos contaminantes. Así, definimos las emisiones en cada uno de los países como:

$$E_a = q_{aa} + q_{ab} - I_a$$

$$E_b = q_{bb} + q_{ba} - I_b$$

¹ Así asumimos una función de daño lineal y con ello un daño marginal constante. Duval (2002) también asumen daño marginal constante, permitiendo entonces que el daño global se exprese en término de las acciones de la contaminación producida y consumida en cada país.

donde I_a (I_b) es la inversión de las empresas en el desarrollo de procesos productivos menos contaminantes. Por simplicidad asumimos que la inversión de las empresas se traduce directamente en una reducción de emisiones proporcional.

En cuanto a la política ambiental aplicada por los gobiernos con el objetivo de controlar las emisiones, asumimos que los gobiernos de los dos países utilizan los impuestos como mecanismo principal en su política ambiental. Así, los gobiernos gravan a las empresas que operan en su territorio con un impuesto τ sobre las emisiones de las empresas.

La toma de decisiones por parte de empresas y gobiernos se realiza de forma secuencial en tres etapas²:

- (Etapa i) Los gobiernos deciden el tipo impositivo que grava las emisiones de las empresas.
- (Etapa ii) Una vez el tipo impositivo aplicado por los gobiernos es anunciado a las empresas, éstas deciden sobre su inversión en el desarrollo de procesos productivos que permitan reducir las emisiones contaminantes como resultado de su actividad productiva en el país en el que operan.
- (Etapa iii) Cada empresa elige sus niveles de producción tanto para el mercado doméstico como para el mercado extranjero.

A continuación resolveremos cada una de las etapas del juego siguiendo el método de inducción hacia atrás para hallar el equilibrio de Nash perfecto en subjuegos.

En la Etapa iii las empresas conocen tanto el tipo impositivo que cada gobierno aplica sobre las emisiones de las empresas localizadas en su territorio como la inversión en reducción de emisiones de cada una de ellas. Así, podemos expresar el beneficio de las empresas como:

$$\Pi_a = p_a q_{aa} + (p_b - d)q_{ab} - (q_{aa}^2 + q_{ab}^2) - \frac{I_a^2}{2} - \tau_a D_a \quad (3)$$

$$\Pi_b = p_b q_{bb} + (p_a - d)q_{ba} - (q_{bb}^2 + q_{ba}^2) - \frac{I_b^2}{2} - \tau_b D_b \quad (4)$$

donde d es el coste de transporte que se aplica a la producción destinada a la exportación (por simplicidad asumimos $d=2$), τ_a (τ_b) es el impuesto a la contaminación que aplica el gobierno a la empresa localizada en el país a (b). De las ecuaciones (3) y (4) podemos ver que los beneficios de las empresas dependen de los ingresos obtenidos por las ventas en ambos mercados (doméstico y extranjero) netos de costes de producción, coste de inversión en reducción de emisiones e impuestos a las emisiones.

² En cada una de las etapas asumimos que tanto empresas como gobiernos deciden de forma simultánea e independiente.

Si resolvemos hallando las cantidades producidas para el mercado doméstico y extranjero que maximiza el beneficio de las empresas, las condiciones de primer orden resultantes son:

$$q_{aa} = \frac{1}{15}(3\alpha - 4\tau_a + \tau_b + 2) \quad (5)$$

$$q_{ab} = \frac{1}{15}(3\alpha - 4\tau_a + \tau_b - 8) \quad (6)$$

$$q_{bb} = \frac{1}{15}(3\alpha + \tau_a - 4\tau_b + 2) \quad (7)$$

$$q_{ba} = \frac{1}{15}(3\alpha + \tau_a - 4\tau_b - 8) \quad (8)$$

De las ecuaciones (5)-(8) vemos que la producción total en cada uno de los países crece con el tamaño del mercado. Sin embargo, la producción de cada una de las empresas depende negativamente del tipo impositivo del país en el que están localizadas, mientras que se beneficiarían de un aumento del tipo impositivo del país extranjero. Con ello podemos concluir que la competitividad de las empresas está afectada negativamente por la dureza de la política ambiental del país en el que están localizadas y positivamente por un endurecimiento de la tasa impositiva en el país extranjero.

Sustituyendo los valores de producción óptima de las empresas en las ecuaciones de beneficio (3) y (4), en la Etapa ii las empresas deciden el nivel de inversión en reducción de emisiones que maximiza su beneficio:

$$I_a = \tau_a \quad (9)$$

$$I_b = \tau_b$$

(10)

De las ecuaciones (9) y (10) se deriva que las empresas invertirán en la reducción de emisiones una cantidad igual a la tasa impositiva aplicada en el país en el que producen. Así, vemos que un aumento de la tasa impositiva constituye un incentivo para que las empresas inviertan en una reducción de emisiones.

Finalmente, en la Etapa i, los gobiernos de cada país deciden la tasa impositiva sobre las emisiones que maximizará el bienestar social del país. El bienestar social de cada país está expresado como la suma del excedente del consumidor, los beneficios de las empresas, los ingresos del gobierno a través de impuestos, menos los daños por contaminación:

$$SW_a = CS_a + \Pi_a + GR_a - D_a$$

$$SW_b = CS_b + \Pi_b + GR_b - D_b$$

donde $CS_a = \frac{(q_{aa}+q_{ba})^2}{2}$ ($CS_b = \frac{(q_{bb}+q_{ab})^2}{2}$) es el excedente del consumidor en el país a (b) y $GR_a = \tau_a(q_{aa} + q_{ab} - I_a) > 0$ ($GR_b = \tau_b(q_{bb} + q_{ba} - I_b) > 0$) son los ingresos del gobierno del país a (b) por los impuestos a las emisiones de la empresa localizada en el país.

De la maximización del bienestar social obtenemos que la función de mejor respuesta de cada uno de los gobiernos a la decisión del otro país sobre la tasa impositiva que grava las emisiones contaminantes:

$$\tau_a = \frac{1}{328}(-24\alpha + 7\tau_b + 369) \quad (11)$$

$$\tau_b = \frac{1}{328}(-24\alpha + 7\tau_a + 369) \quad (12)$$

La función de mejor respuesta de cada uno de los gobiernos descrita por las ecuaciones (11) y (12) nos indica que el nivel de impuestos que grava las emisiones en cada uno de los países son complementos estratégicos. Por ello, cuanto mayor sea la tasa impositiva del país extranjero, mayor será el incentivo del gobierno a aumentar el impuesto a las emisiones contaminantes que grava a las empresas que operan en ellos.

Sin embargo, los incentivos a elevar la tasa impositiva sobre las emisiones disminuyen con el tamaño del mercado. Podemos pensar incluso que para tamaños de mercado suficientemente grandes, los gobiernos tienen incentivos a eliminar los impuestos a las emisiones que gravan la actividad productiva de sus empresas.

Resolviendo el sistema formado por las ecuaciones (11) y (12) obtenemos la expresión para el impuesto óptimo en función del tamaño del mercado:

$$\tau_a = \tau_b = \frac{1}{321}(369 - 24\alpha) \quad (13)$$

La ecuación (13) nos permite hallar el tamaño de mercado máximo para el que los gobiernos tienen incentivos a disminuir las emisiones de las empresas utilizando los impuestos como instrumento de control. Resolviendo la ecuación (13) obtenemos que cuando $\alpha < 15,375$, entonces $\tau_a = \tau_b > 0$. Los resultados que se muestran a continuación resumen el efecto del tamaño de mercado sobre la política ambiental de los gobiernos:

Resultado 1a: Si el tamaño de mercado es suficientemente pequeño ($\alpha < 15,375$), los gobiernos tienen incentivos a fijar un impuesto a las emisiones de las empresas localizadas en

su territorio, incentivando así la inversión de las empresas en actividades de I+D que reduzcan las emisiones de la industria.

Resultado 1b: Si el tamaño de mercado es suficientemente grande ($\alpha > 15,375$), los gobiernos tienen incentivos a fomentar la competitividad de sus empresas eliminando el impuesto sobre las emisiones generadas por la actividad productiva de la industria.

A modo de ilustración, a continuación comparamos dos mercados: uno de ellos suficientemente pequeño como para que el control de emisiones optimice el bienestar social ($\alpha = 8$) y otro suficientemente grande como para que sea óptimo social eliminar la regulación sobre las emisiones de las empresas ($\alpha = 24$). La Tabla 1 recoge las principales magnitudes en cada uno de los mercados.³

| | Mercado pequeño | Mercado grande |
|----------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Tamaño del mercado (α) | 8 | 24 |
| Impuesto a las emisiones (τ_a) | 0,55 | 0 |
| Inversión en I+D ambiental (I_a) | 0,55 | 0 |
| Producción doméstica (q_{aa}) | 1,62 | 4,93 |
| Exportaciones (q_{ab}) | 0,96 | 4,26 |
| Emisiones (E_a)=Daño ambiental (D_a) | 2,03 | 9,20 |
| Beneficio de la empresa (Π_a) | 7,25 | 85,03 |
| Excedente del consumidor (CS_a) | 3,33 | 42,23 |
| Ingresos del gobierno (GR_a) | 1,12 | 0 |
| Bienestar social (SW_a) | 9,67 | 118,06 |

Tabla 1: Estática comparativa para mercados pequeños y grandes.

Comparando ambos mercados vemos que un aumento en el tamaño del mercado da incentivos al gobierno a relajar la política ambiental, eliminando el impuesto a las emisiones de la empresa que opera en su territorio. Esto provoca un aumento en las emisiones y el daño ambiental asociado a ellas, reduciendo con ello el bienestar social. Sin embargo, esta reducción en el bienestar social provocada por un aumento en las emisiones, cuya externalidad no es internalizada por la empresa productora en un mercado grande, queda compensada por un considerable aumento de la producción de la empresa, tanto para el mercado doméstico como para el extranjero, así como de los precios de venta que la empresa

³ Dado que los países son simétricos en el ejemplo nos referiremos sólo a uno de ellos, país a.

obtiene. Todo ello implica que, tanto los beneficios de la empresa, como el excedente de los consumidores del país se multipliquen por diez, compensando la disminución en el ingreso del gobierno por la eliminación del impuesto a las emisiones, así como el valor del daño ambiental ocasionado.

3. Conclusiones

En este artículo hemos abordado la interacción entre la política ambiental de control de emisiones y la competitividad de las empresas localizadas en un país. En un modelo en el que consideramos un impacto local de las emisiones generadas por la producción de las empresas, analizamos un escenario en el que tanto las empresas como el gobierno actúan de forma estratégica cuando toman decisiones sobre producción e inversión en I+D ambiental, y política ambiental, respectivamente. Por simplicidad asumimos la existencia de sólo dos países donde los reguladores compiten en el nivel de impuestos sobre las emisiones que aplican a las empresas que producen (y emiten) en su territorio, mientras que las empresas compiten directamente, tanto en el mercado doméstico como en el extranjero.

A pesar de utilizar un modelo simple, las conclusiones que obtenemos nos ayudan a entender la política ambiental y su interacción con la política industrial de los países. En mercados suficientemente pequeños, los gobiernos tienen incentivos a reducir la externalidad negativa generada por la actividad productiva de sus empresas a través de un impuesto que grava las emisiones de las empresas localizadas en él. A su vez, ello incentiva la inversión de las empresas en I+D ambiental, con una consiguiente disminución de las emisiones en el país.

Sin embargo, en países con mercados relativamente grandes, la situación es completamente distinta. En este caso los gobiernos (maximizadores del bienestar social de su país) pueden tener incentivos a sacrificar la política ambiental, destinada a disminuir las emisiones, para hacer que sus empresas sean más competitivas en los mercados. Debemos tener en cuenta que nos encontramos en una situación en la que las políticas ambientales de dos países, en cuyos mercados compiten las mismas empresas, se convierten en complementos estratégicos. Esto es, si un país extranjero relaja su política ambiental, con el fin de mantener la competitividad de sus empresas (tanto en el mercado doméstico como en el extranjero), el gobierno tiene incentivos a relajar la presión de su política ambiental como respuesta. La consecuencia directa es un considerable aumento de las emisiones y la eliminación de incentivos para que las empresas inviertan en I+D ambiental. Sin embargo, dentro del bienestar social queda sobradamente compensado por un aumento de los beneficios de las empresas.

Referencias

Barrett, S. (1994). Strategic environmental policy and international trade. *Journal of public Economics*, 54(3):325-338.

Poyago-Theotoky, J. A. (2007). The organization of R&D and environmental policy. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 62(1):63-75.

Poyago-Theotoky, J. (2010). Corrigendum to "The organization of R&D and environmental policy"[j. econ. behav. org. 62 (2007) 63-75]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 76(2):449.

Ulph, A. (1996). Environmental policy and international trade when governments and producers act strategically. *Journal of environmental economics and management*, 30(3):265-281.