

UNA PUESTA AL DÍA DE LA BIBLIOGRAFÍA SOBRE LOS ASPECTOS ECONÓMICOS DEL EFECTO INVERNADERO

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores más degradantes del medio ambiente y que más preocupación causa hoy en día es el aumento del efecto invernadero.

El efecto invernadero es un fenómeno natural, hoy acentuado por la intervención del hombre, que consiste en que ciertos gases generados por la naturaleza, la industria, el transporte y otras actividades se instalan en la atmósfera. Aunque son transparentes para buena parte de las radiaciones solares que calientan nuestro planeta son reflectores de las radiaciones que la propia Tierra emite. El resultado neto es un calentamiento similar al que se produce en los invernaderos hortícolas y de ahí su nombre.

Hasta no hace mucho tiempo, las discusiones sobre medio ambiente y efecto invernadero tomaban en cuenta consideraciones de tipo físico-meteorológico, ecológico y químico pero no económico. De esta manera llegó a extenderse la idea popular de que era necesario frenar la acumulación de gases de invernadero en la atmósfera, sin importar el costo.

Los costos totales de frenar las emisiones podrían sin embargo resultar mayores que los costos totales de un calentamiento.

Un aumento en la temperatura media global traería como consecuencia costos (como por ejemplo la pérdida de tierras) y beneficios (como por ejemplo la mayor fertilidad de algunos suelos). Por otro lado, cualquier política tendiente a bajar emisiones supone costos y probablemente, si se trata de una política eficiente, acarree beneficios.

Cualquier medida que se implemente necesita ser respaldada por estimaciones sobre los impactos del cambio climático y los costos de adaptación, así como también por los costos de frenar o retardar el cambio.

Como se ve, el efecto invernadero tiene aspectos económicos

que no es conveniente esquivar si lo que se busca realmente es una solución al problema.

El presente artículo es un intento de puesta al día de la literatura económica sobre el Efecto Invernadero.

En la primera parte se describe la relación entre los gases de invernadero y el aumento en la temperatura global, sin entrar en detalles técnicos. En la segunda parte se presenta algo de lo que se ha hecho en modelos económicos de control de emisiones. En la tercera parte se analiza el efecto invernadero como externalidad, y en la cuarta parte, se describen los posibles instrumentos de política. De éstos, el que ha recibido mayor atención hasta el momento es el impuesto ambiental. Por último, se presentan algunas conclusiones sobre lo expuesto.

1. LOS GASES DE INVERNADERO Y EL AUMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL

Los gases de invernadero antropogénicos más importantes son el dióxido de carbono (proveniente principalmente de la combustión de petróleo, gas y carbón), el metano (proveniente del cultivo de arroz, la combustión de biomasa, la minería de carbón, la combustión de gas natural y la descomposición de residuos industriales) y los clorofluorocarbonos (inventados a principios de la década del '30, son productos sintéticos que se usan como propulsores de aerosol, agentes sopladores de espumas de plástico, refrigerantes o solventes).

De éstos, el dióxido de carbono es el que más influencia tiene y se espera que tenga en el calentamiento global durante las próximas décadas.

La acumulación de CO_2 es irreversible durante períodos de cientos de años. Las concentraciones de CO_2 hoy son 27% mayores que las de los tiempos preindustriales.⁽¹⁾

Estados Unidos es responsable de aproximadamente el 20% de las emisiones antropogénicas de CO_2 ; tiene así una participación similar a la de los países de la OECD combinados.⁽²⁾

1) SCHAMALENSEE, R.; "Symposium on Global Climate Change", The Journal of Economic Perspectives, Wisconsin, Vol. 7, N.4 (Fall 1993), p.4.

2) SCHAMALENSEE, R.; op. cit., p.4.

Al aumentar la concentración atmosférica de GHG, Greenhouse Gases (gases de invernadero), aumenta la fuerza radiativa ⁽³⁾ de la atmósfera y esto produce un calentamiento en toda la superficie de la Tierra.

El calentamiento medio global registrado entre 1885 y 1990 fue de $0.45^{\circ}\text{C} \pm 0.15^{\circ}\text{C}$. Aunque no cabe duda acerca de los datos históricos, hay gran incertidumbre con respecto a los posibles cambios climáticos futuros.

Sobre la base de modelos climáticos, los científicos predicen que una duplicación de las concentraciones atmosféricas de CO_2 conduciría a un calentamiento de la superficie de la Tierra que podría ser de 1 a 5°C . Otros efectos igualmente inciertos incluyen un aumento en las precipitaciones y evaporación, un aumento en el nivel del mar de 220 a 367 cm para el 2100 (con la consecuente pérdida de tierras en general y áreas disponibles para la agricultura ⁽⁴⁾) y un cambio en la disposición de las regiones climáticas del mundo.

Traducir estos resultados en cambios climáticos futuros requiere un escenario de emisiones y concentraciones.⁽⁵⁾ Usando modelos económicos rudimentarios, el IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático) predijo que si continúan las tendencias actuales y todo sigue como hasta ahora, el aumento en la temperatura global para el 2100 podría ser de 3 a 6°C con respecto a los niveles de 1900, siendo 4°C la cifra más probable.

2. CONTROL DE EMISIONES

¿Conviene controlar las emisiones de GHG? ¿Cuál es el nivel óptimo de control? A priori y desde la teoría económica se puede afirmar que conviene reducir las emisiones mientras el costo de reducirlas es menor que el daño que éstas ocasionan. En este apartado se presentan un modelo estático y uno dinámico que conducen al nivel óptimo de control de emisiones.

3) Fuerza radiativa: cantidad de energía electromagnética que llega por unidad de superficie. Se mide en Wm^{-2} .

4) HOFFMAN, J., WELLS, J. y TITUS, J.; "Future Global Warming and Sea Level Rise" en Iceland Coastal and River Symposium (Sigbjarnason, editor), Reykjavik, 1986, en CLINE, W.; "Scientific Basis for the Greenhouse Effect", The Economic Journal, Cambridge, Vol. 101, N°407 (July 1991), P. 915.

5) NORDHAUS, W.; "Reflections on the Economics of Climate Change", The Journal of Economic Perspectives, Wisconsin, Vol. 7, N°4 (Fall 1993), p. 13.

2.1 Un modelo estático

Nordhaus⁶⁾ trabaja con dos funciones: la función de daño del efecto invernadero y la función de costos de reducción de GHG.

La función de daño del efecto invernadero describe los costos del cambio climático para la sociedad, incorporando la baja en los rendimientos de cosecha, la pérdida de tierras ganadas por las aguas, etc.

La función de costos de reducción describe los costos en los que es necesario incurrir para reducir las emisiones y de esta forma retardar el aumento en la temperatura global. Esta función incluye el costo de cambiar a fuentes de energía no convencionales, sustituir los CFC por otras sustancias, etc.

En la Figura 1 se representa gráficamente el Costo Marginal (CMg) de reducir los GHG y el Daño Marginal (DMg) de las emisiones de GHG.

La curva de CMg de reducción de GHG crece a una tasa creciente, lo cual significa que los aumentos en los costos provenientes de aumentar el nivel de control son cada vez mayores. Esta es sólo una forma de presentar el problema. La curva podría adoptar otras formas diferentes. La función que aquí se supone goza sin embargo de las propiedades con las que se suele trabajar en teoría económica.

La línea ondeada representa el DMg ocasionado por el calentamiento asociado a una unidad adicional de GHG.

El eje horizontal mide la reducción porcentual de emisiones de GHG con respecto al nivel de no control. Así por ejemplo, una reducción del 100% significa que el total de las emisiones están controladas, no hay emisiones no controladas. No se trata de una situación en la que no hay emisiones en absoluto sino de una situación en la que se tiene total control de las mismas. Por lo que se puede observar en el gráfico, el CMg de reducir las emisiones tiene un mínimo de cero en el punto de no control y valores muy bajos para las primeras unidades de reducción. También se puede ver que el CMg aumenta con el nivel de reducción. Esta función de CMg está trazada bajo el supuesto de que las regulaciones y controles para disminuir las emisiones son eficientes. La sociedad, sin embargo, siempre puede empeorar la función de costos si

6) NORDHAUS, W.; "To Slow or not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect", *The Economic Journal*, Cambridge, Vol. 101, Nº407 (July 1991), p. 929.

implementa políticas ineficientes.

Como se conoce poco sobre la función de daño, se la representa con una línea ondeada. Lo que se sabe es que la curva de DMg del efecto invernadero tiene pendiente negativa. Esto quiere decir que al aumentar la reducción porcentual de GHG, disminuye el DMg. A medida que aumenta la reducción porcentual de GHG el incremento en el daño ocasionado por una unidad más de GHG es cada vez menor. El daño total que sufre la economía cuando no hay ningún tipo de control sobre las emisiones se puede medir como el área total por debajo de la curva de DMg, en el rango entero de 0 a 100. Esta área es la suma total de A + B + C.

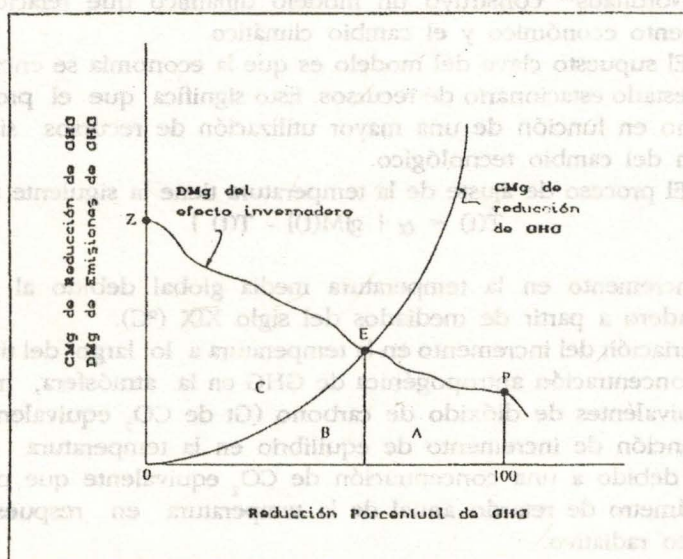


Figura 1

COSTO MARGINAL DE REDUCCIÓN DE GHG Y DAÑO MARGINAL DE EMISIONES DE GHG.⁽⁷⁾

Hasta el punto E la reducción porcentual de GHG produce una ganancia neta igual a la reducción del daño menos el incremento en el costo. Mientras el DMg es mayor que el CMg conviene seguir disminuyendo las emisiones de GHG. Ahora, cuando el costo de

7) Fuente: NORDHAUS, W.; op. cit., p. 224.

reducir las emisiones supera el daño que éstas ocasionan, ya no conviene seguir aumentando el nivel de reducción.

El nivel eficiente de control está entonces en el punto E. Se reducen las emisiones hasta que el CMg de reducción de emisiones iguala al DMg que éstas ocasionan.

En el punto E de control óptimo los daños están representados por el área B + C, y los costos, por el área B. La ganancia económica neta está dada así por el área C.

2.2 Un modelo dinámico

Nordhaus⁸⁾ construyó un modelo dinámico que relaciona el crecimiento económico y el cambio climático.

El supuesto clave del modelo es que la economía se encuentra en un estado estacionario de recursos. Esto significa que el producto crece no en función de una mayor utilización de recursos sino en función del cambio tecnológico.

El proceso de ajuste de la temperatura tiene la siguiente forma:

$$\dot{T}(t) = \alpha \{ g[M(t)] - T(t) \} \quad (1)$$

donde

$T(t)$: incremento en la temperatura media global debido al efecto invernadero a partir de mediados del siglo XIX (°C).

$\dot{T}(t)$: variación del incremento en la temperatura a lo largo del tiempo.

$M(t)$: concentración antropogénica de GHG en la atmósfera, medida en equivalentes de dióxido de carbono (Gt de CO₂ equivalente).

$g(\cdot)$: función de incremento de equilibrio en la temperatura media global debido a una concentración de CO₂ equivalente que crece.

α : parámetro de retardo anual de la temperatura en respuesta al aumento radiativo.

La ecuación (1) dice que el incremento en la temperatura global aumenta en función de la diferencia entre el incremento de equilibrio en la temperatura media global y el incremento real en la temperatura media global.

La variación en las concentraciones antropogénicas a lo largo del tiempo tiene la siguiente forma:

$$\dot{M}(t) = \beta E(t) - \delta M(t) \quad (2)$$

donde

$\dot{M}(t)$: variación de la concentración antropogénica de GHG a lo

8) NORDHAUS, W.; op. cit., p. 924.

largo del tiempo.

$E(t)$: emisiones antropogénicas de GHG medidas en equivalentes de dióxido de carbono (Gt de CO_2 equivalente).

β : fracción de emisiones de CO_2 equivalente que entran en la atmósfera (por año).

δ : tasa de reducción de CO_2 equivalente de la atmósfera (por año).

La ecuación (2) dice que la variación en las concentraciones antropogénicas es igual a la diferencia entre los GHG que entran en la atmósfera y los que salen de ella. Una fracción β de las emisiones entra en la atmósfera y una fracción δ de las concentraciones sale y se reabsorbe en el océano profundo, que es un gran sumidero de CO_2 .

Las estimaciones del parámetro de retardo α varían entre 0.013 y 0.02, según el modelo climático que se utilice. Nordhaus usa $\alpha = 0.02$. Las estimaciones convencionales de la tasa anual de reducción δ son de 0.005. Esto representa un tiempo de residencia de los gases en la atmósfera de 200 años.

Con la serie de datos de las concentraciones y emisiones de CO_2 entre 1850 y 1986, Nordhaus estimó mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios, la fracción de emisiones que entran en la atmósfera por año, β . El resultado fue $\beta = 0.50$ con un desvío standard, $\Gamma = 0.0125$.

Nordhaus supone que es deseable maximizar la función de bienestar social. La función de bienestar social en este modelo se formula como la suma de utilidades del consumo per cápita descontada.

La función de bienestar social es entonces:

$$V = \int_0^{\infty} u [c(t)] e^{-\alpha t} dt \quad (3)$$

donde

V : función de bienestar social.

$u[\cdot]$: función de utilidad del consumo per cápita.

$e^{-\alpha t}$: tasa de descuento de las utilidades futuras.

ρ : tasa social de preferencia temporal pura.

En una economía que se encuentra en un estado estacionario de recursos la tasa real de descuento de los bienes está dada por:

$$r = \rho + \epsilon h$$

donde

r : tasa de descuento real de los bienes.

$-\epsilon$: elasticidad de la utilidad marginal (UMg) con respecto al consumo per cápita.⁹⁾

h : tasa de crecimiento del consumo per cápita (que es igual a la tasa de crecimiento de la economía).

Para calcular el nivel óptimo de reducción de emisiones, Nordhaus hace un experimento variacional. Comienza con un estado estacionario de recursos y considera un incremento instantáneo en las emisiones de ΔE en el período 0. El aumento en las emisiones conduce a un aumento en las concentraciones futuras que se puede medir como $\beta \Delta E e^{-\delta t}$.

El aumento en las concentraciones conduce a un aumento en la temperatura, que viene dado por la siguiente ecuación:

$$\Delta T(t) = [\Delta E \mu \beta \alpha e^{-\delta t} - \Delta E \mu \beta \alpha e^{-\alpha t}] / (\alpha - \delta) \quad (4.1)$$

Esta ecuación dice que el aumento final en la temperatura depende de la diferencia entre lo que aumenta la temperatura debido a la mayor concentración atmosférica de GHG y lo que tarda en subir la temperatura debido a que siempre existe un retardo, todo ponderado por la inversa de la diferencia entre el parámetro de retardo de la temperatura en respuesta al aumento radiativo y la tasa de reducción de CO_2 equivalente de la atmósfera.

Esto también se puede expresar como:

$$\Delta T(t) = \Delta E \mu \beta \alpha [e^{-\delta t} - e^{-\alpha t}] / (\alpha - \delta) \quad (4.1)$$

Dada esta variación, habrá un aumento en el consumo en $t=0$ pero también habrá una disminución en todos los consumos futuros debido a las mayores concentraciones de GHG. Esto se puede representar con la siguiente ecuación:

$$y^* g'(E^*) \Delta E = \int [y^* e^{\pi t} \phi'(T^*) \Delta T(t)] e^{-\pi t} dt \quad (5)$$

Usando la ecuación (4.2) y haciendo algunas manipulaciones, se llega a:

$$g'(E^*) = \mu \beta \phi'(T^*) \tau \quad (6)$$

donde

$\tau: \alpha / (r + \delta - h - 1) (r + \alpha - h) (\alpha - \delta)$ es el factor de valor presente.

9) $\frac{dUMg}{dc} \frac{c}{UMg} = -\epsilon$

La ecuación (6) dice que el grado óptimo de reducción de los GHG se da cuando el CMg corriente de reducir las emisiones iguala al valor presente del daño asociado a la mayor concentración.

La conclusión es la misma que la del análisis estático: el grado eficiente de reducción se da cuando $CMg = DMg$. En otras palabras, mientras el costo de bajar las emisiones es menor que el daño que éstas ocasionan, conviene seguir disminuyendo. Cuando el costo pasa a ser mayor que el daño, bajar las emisiones deja de ser una estrategia eficiente.

Nordhaus intentó hacer estimaciones empíricas de los costos de controlar las emisiones y de los costos que tendría un calentamiento global⁽¹⁰⁾. Su intento, sin embargo, fue más tarde criticado por Morgenstern⁽¹¹⁾ y Ayres y Walter⁽¹²⁾ que sugirieron que una revisión de las estimaciones de Nordhaus podría llevar a la conclusión de que los daños provenientes de un calentamiento global iban a ser mayores a los predichos por Nordhaus.

Dos años después, el mismo Nordhaus declaró que estimar los daños del calentamiento global es extremadamente difícil⁽¹³⁾. Es así que en su modelo DICE (Dynamic Integrated Climate-Economy model) simplemente supone que un calentamiento de 3°C haría bajar la producción mundial un 1.3% y que el impacto crecería cuadráticamente con el aumento de la temperatura.

El modelo DICE es en definitiva un modelo Ramsey empírico al que se le adiciona un sector de clima. De esta manera, la renta de cada período se puede destinar no sólo a consumo o inversión sino también a disminuir las emisiones de GHG. Con este modelo⁽¹⁴⁾ Nordhaus estima un sendero óptimo que marca no sólo la acumulación de capital sino también la reducción de emisiones a lo largo del tiempo. Este sendero maximiza la función de bienestar social, que se define, al igual que en el modelo dinámico recién presentado, como la suma descontada de utilidades del consumo per cápita.

El modelo DICE también incluye una ecuación de emisiones, una ecuación de concentraciones, una ecuación climática, una función de daño climático y una función de costo de reducción de GHG.

10) NORDHAUS, W.: "To Slow or not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect", op. cit., p. 929.

11) MORGENSTERN, R.: "Towards a Comprehensive Approach to Global Climate Change Mitigation", The American Economic Review, Wisconsin, Vol. 81, Nº2 (May 1991), p. 141.

12) AYRES, R. y WALTER, J.: "The Greenhouse Effect: Damages, Costs and Abatement", Environmental & Resource Economics, Dordrecht, Vol. 1, Nº3 (1991), p. 249.

13) NORDHAUS, W.: "Optimal Greenhouse-Gas Reductions and Tax Policy in the DICE Model", The American Economic Review, Wisconsin, Vol. 89, Nº2 (May 1993), p. 914.

14) NORDHAUS, W.: "Optimal Greenhouse-Gas Reductions and Tax Policy in the DICE Model", op. cit., p. 919.

Las variables de política que contiene son la inversión convencional y la tasa de reducción de emisiones. Nordhaus maneja la tasa de reducción de emisiones con impuestos al carbono hasta hallar la tasa impositiva óptima, que aumentaría constantemente durante las décadas próximas.

Es importante reconocer que aunque los costos a largo plazo de controlar las emisiones parecen similares en la mayoría de los estudios publicados, hay diferencias que se deben principalmente a diferencias importantes en los supuestos de partida y en los modelos.

Primero, el costo estimado de reducir las emisiones para lograr un objetivo dado de concentraciones atmosféricas de CO₂ depende de la proyección de emisiones futuras que a su vez depende de las tasas de crecimiento económico predichas, elasticidades ingreso de la demanda de energía, etc. Segundo, el grado en que se supone el empleo de tecnologías avanzadas con costos altos y oferta ilimitada también tiene impacto en las estimaciones de costos⁽¹⁵⁾.

De esta forma y dadas las características del problema, resulta sumamente difícil llegar a un acuerdo general acerca de cuáles serán los costos en términos monetarios provenientes de un aumento en la temperatura global y de cuáles serán los costos en los que habría que incurrir para controlar las emisiones.

2.2.1 Algunas discusiones en torno a la tasa de descuento

Otra cuestión todavía no resuelta es la que se refiere a la tasa de descuento. Dado que los costos de bajar las emisiones se soportan en un momento presente y los beneficios de bajar las emisiones se perciben en períodos futuros resulta necesario utilizar un factor de descuento para hacer comparables costos y beneficios.

Una reducción de emisiones hoy traerá beneficios recién dentro de 50 años o más. Es por esta razón que pequeñas diferencias en la tasa de descuento que se use pueden conducir a conclusiones muy distintas. Con una tasa de descuento de 1%, por ejemplo, se justificaría gastar hasta 128 millones de dólares hoy, 1994, para evitar 1000 millones de dólares en daños en el año 2200. Con una tasa de descuento de 5%, en cambio, el gasto que se justificaría sería de sólo 43000 dólares. Por último, con una tasa de descuento

15) WEYANT, J.; "Costs of Reducing Global Carbon Emissions", The Journal of Economic Perspectives, Wisconsin, Vol. 7, N°4 (Fall 1993), p. 4.

de 10%, el gasto que se justificaría a nivel mundial para reducir las emisiones sería de la ridícula cifra de 2 dólares, es decir, no se justificaría gasto alguno y sería preferible soportar los costos de un calentamiento. Broome⁽¹⁶⁾, por su parte, sostiene que sería válido usar incluso una tasa de descuento de 0%. De esta forma, se podrían gastar 1000 millones hoy para evitar daños de 1000 millones en el año 2200, o en cualquier otro año.

En realidad no hay acuerdo entre los economistas respecto a qué tasa utilizar para los cálculos. Según Cline⁽¹⁷⁾, desde el punto de vista conceptual se puede recurrir a dos tasas: la tasa de rentabilidad del capital y la tasa de preferencia social en el tiempo. La tasa de rentabilidad de las inversiones privadas suele ser más alta, debido al riesgo de los proyectos, a las imperfecciones del mercado, etc. La tasa de preferencia social en el tiempo, en cambio, suele ser más baja, debido a que las familias son ahorradoras netas y la tasa de interés real que obtienen por sus ahorros es más bien baja (por el bajo riesgo).

En la década del '60, Harberger, Eckstein y Baumol propusieron el uso de un promedio ponderado de las dos tasas. Más tarde en la década del '70, Arrow, Bradford, Feldstein y Kurz propusieron el uso de un precio sombra aplicado al capital. Este método consiste en convertir todos los efectos de las inversiones (como el costo de oportunidad del capital) a equivalentes en consumo y en actualizar el consumo y los equivalentes en consumo a lo largo del tiempo, usando la tasa de preferencia social en el tiempo, correspondiente al consumo⁽¹⁸⁾.

La discusión no ha concluido y los resultados de cada estudio varían con la tasa que se tome. El tema merece todavía alguna atención ya que un desacierto importante podría llevar a tomar medidas de política no adecuadas al problema en cuestión.

3. EL EFECTO INVERNADERO COMO UNA EXTERNALIDAD

Según Baumol y Oates⁽¹⁹⁾, existe una externalidad cuando: a) Las funciones de utilidad o producción de algún consumidor o productor

16) BROOME, J.; *Counting the Cost of Global Warming*. London: White Horse Press, 1992 en SCHAMALENSE, R.; op. cit., p. 8.

17) CLINE, W.; "Demos una Oportunidad a la Atenuación del Efecto de Invernadero", Finanzas y Desarrollo, Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial, Washington, Vol. 30, Nº1 (Marzo 1993), p. 3.

18) CLINE, W.; op. cit., p. 9.

19) BAUMOL, W. y OATES, W.; *La Teoría de la Política Económica del Medio Ambiente*, Barcelona, Antoni Bosch, 1982, p. 19.

incluyen variables reales cuyos valores son elegidos por otros agentes económicos, que no centran precisamente su atención en el bienestar del consumidor o productor en cuestión. b) El agente económico cuya actividad influye en la función de utilidad o producción de otro no recibe ni paga compensación alguna por los efectos positivos o negativos ocasionados. En realidad, existe una externalidad siempre que se cumple la condición (a). No interesa tanto si se efectúan los pagos compensatorios o no. Por ejemplo, si se establece un impuesto o un tope a las producciones contaminantes, es posible que éstas disminuyan. Sin embargo, la externalidad seguirá existiendo. En el caso concreto del efecto invernadero, lo que ocurre es que las emisiones de dióxido de carbono y otros gases provenientes de las actividades humanas, aumentan la fuerza radiactiva de la atmósfera y esto hace que aumente la temperatura de la Tierra. Se trata de una externalidad negativa y cumple con las condiciones estipuladas por Baumol y Oates.

Si se tomaran en cuenta los costos sociales (no sólo los privados), la producción de ciertos bienes que hoy provoca altas emisiones de GHG disminuiría.

En lo que respecta a la energía, el problema es especialmente grave. Quemar combustibles fósiles produce aumentos en las concentraciones atmosféricas de GHG. Sin embargo, no sólo los responsables no pagan el Costo Marginal Social (CMg S) sino que ni siquiera pagan el Costo Marginal Privado (CMg P) debido a que la energía está subsidiada en muchos países del mundo (especialmente en los países de la antigua Unión Soviética, en China y en Polonia). Según Larsen y Shah⁽²⁰⁾, el monto global anual de los subsidios a los combustibles fósiles asciende a más de 230000 millones de dólares (aproximadamente un 25% del valor total del consumo mundial de dichos combustibles a precios mundiales).

4. INSTRUMENTOS DE POLITICA

Cuando uno ó más individuos imponen un costo para otro u otros individuos (externalidad negativa), el mercado no funciona en forma eficiente. Los agentes económicos no soportan los costos totales de las externalidades que generan y desarrollan una

20) LARSEN, B. y SHAH, A.: "El Efecto de Invernadero y Cómo Combatirlo", Finanzas y Desarrollo, Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial, Washington, Vol. 29, Nº4 (Dic. 1992), p. 20.

cantidad excesiva de tales actividades.

Ante el tipo de situación recién descrito suelen intervenir los gobiernos. Los gobiernos responden a las externalidades negativas en distintas formas: regulaciones, impuestos y subsidios y permisos comercializables.

4.1 Regulaciones

El problema de la concentración creciente de GHG se ha enfrentado hasta el momento principalmente con regulaciones impuestas por organismos encargados de la protección del medio ambiente. Esta medida supone gastos administrativos pero no flujos de dinero institucionalizados como los impuestos o los subsidios. Las regulaciones son normas que una autoridad dada impone a los productores y eventualmente a los consumidores. Implica el establecimiento físico e institucional de un ente controlador. Esto supone erogaciones de dinero, generalmente efectuadas por el Estado. La pregunta que surge es si el beneficio que se obtiene al regular las actividades que producen emisiones de GHG justifica el costo. Esto último, sin embargo, es un problema común a cualquier tipo de política.

Otro tema básico en lo que hace a las regulaciones es el de la información. Es posible que el ente regulador cuente con una buena estimación del CMg S asociado a las emisiones. Sin embargo, es probable que no esté bien informado acerca de la última tecnología para disminuir o controlar las mismas, o al menos, no esté tan bien informado como las empresas privadas. Los productores privados no tienen incentivos para revelar información al ente sino más bien para regateársela⁽²¹⁾. Es razonable suponer que las empresas tratarán de persuadir al gobierno de que una tecnología eficiente en términos ambientales es muy difícil de desarrollar. Por otro lado, si el ente regulador establece regulaciones pero les concede a las empresas un plazo bastante largo para desarrollar nuevas tecnologías que eviten las emisiones de GHG, las empresas no tendrán incentivos para cumplir y cuando se cumpla el plazo la tecnología no habrá sido desarrollada⁽²²⁾. Las empresas saben que el gobierno no perjudicará una industria obligando a cerrar a todas las empresas y les otorgará un nuevo plazo.

21) STIGLITZ, J.: *Economics of the Public Sector*, New York, Norton, 1986, p. 192.

22) STIGLITZ, J.: *op. cit.*, p. 192.

Puede ocurrir además que poner una regulación uniforme sobre empresas distintas resulte ineficiente. Para estudiar este problema se puede presentar el siguiente modelo.

Los supuestos del modelo son:

- Existe una industria con tres empresas 1, 2 y 3.
- Las tres empresas son distintas entre sí pero generan la misma cantidad de emisiones.
- Las empresas tienen funciones de CMg idénticas.
- Las empresas tienen funciones de BMg distintas.

Para llegar al nivel eficiente de producción total cada empresa debería producir la cantidad para la cual su BMg iguala al CMg S.

En la *Figura 2* Q_1^* , Q_2^* y Q_3^* son los niveles eficientes de producción. Para alcanzar la eficiencia, las empresas tienen que bajar su producción pero no todas en la misma cuantía. En este caso se debe a que tienen distintas funciones de BMg. También podría deberse a que tuvieran distintas tecnologías, distintas funciones de CMg, etc. Por lo tanto poner un tope máximo a la producción no siempre constituye una estrategia eficiente ya que puede llevar a que algunas empresas produzcan demasiado y otras demasiado poco.

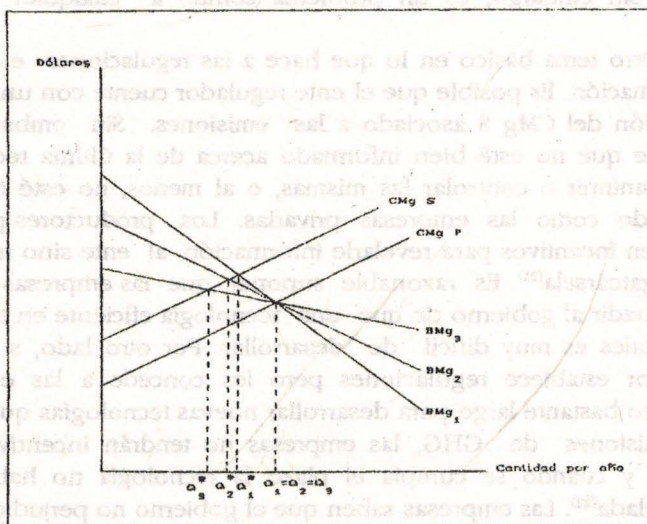


Figura 2

NIVELES EFICIENTES DE PRODUCCIÓN PARA TRES EMPRESAS QUE PRODUCEN EMISIONES DE GHG.

De la misma manera, es posible que establecer otras regulaciones (como tope máximo a las emisiones, o cualquier otra de las descritas en esta sección) en forma uniforme para un grupo de empresas heterogéneas no conduzca a resultados eficientes.

Gloria Helfand⁽²³⁾ hace un estudio acerca de los efectos que tienen los distintos tipos de regulación sobre las decisiones de las empresas y sus utilidades.

Los cinco tipos de regulaciones que toma en cuenta son:

- Tope máximo a las emisiones
- Tope máximo a las emisiones por unidad de producto
- Tope máximo a las emisiones por unidad de insumo
- Tope máximo a la producción que contamina
- Nivel máximo o mínimo de uso de un insumo.

Las conclusiones del trabajo son:

-La regulación que más reduce el uso de insumos y los niveles de producto es la de tope máximo a la producción que contamina.

-La regulación de tope máximo a las emisiones es la que permite el mayor nivel de beneficios. Sin embargo, establecer un nivel mínimo de uso del insumo que baja la contaminación conduce a un mayor nivel de producto.

-La regulación de tope máximo a la producción que contamina tiene efectos ambiguos sobre las emisiones. Para el resto de las regulaciones, en cambio, se espera que el uso del insumo contaminante disminuya.

4.2 Permisos comercializables

Otra posibilidad para hacer frente a las ineficiencias asociadas a los GHG es establecer un sistema de licencias transferibles. En realidad, esta idea tiene sus raíces en el Teorema de Coase⁽²⁴⁾. El teorema en esencia dice que siempre que exista una externalidad las partes pueden llegar a algún arreglo mediante el cual se internalice la misma y se asegure la eficiencia.

En el caso de las emisiones, las autoridades encargadas de la protección ambiental conceden un número limitado de permisos de emisión de GHG. De esta forma, las empresas que ocasionan

23) HELFAND, G.: "Standards versus Standards: The Effects of Different Pollution Restrictions", *The American Economic Review*, Wisconsin, Vol. 81, Nº3 (June 1991), p. 622-634.

24) COASE, R.: "The Problem of Social Cost", *The Journal of Law and Economics*, 3, 1960, pp. 1-44 en STIGLITZ, J.; *Economics of the Public Sector*, New York, Norton, 1986, p. 182.

las emisiones pueden comprar y vender dichos papeles.

El sistema es introducido por el gobierno. Las normas de funcionamiento también son reguladas por el gobierno. La oferta de permisos es fija y está determinada por el total de emisiones permitidas. Una vez establecidas todas estas pautas, el resto queda a cargo del mercado. El precio de los papeles puede aumentar o disminuir de acuerdo a la demanda, a las expectativas, etc. La diferencia entre esta alternativa y las otras es que aquí se deja un margen de actuación para el mercado.

Según Hahn y Hester⁽²⁵⁾, los sistemas de derechos de emisión comercializables constituyen un instrumento de política que tiene el potencial de utilizar menos recursos que otros instrumentos, como por ejemplo las regulaciones, para lograr los mismos objetivos ambientales.

Este sistema fue implementado en Estados Unidos y los resultados fueron buenos. La primer ventaja fue la flexibilidad que obtuvieron las empresas para cumplir con los límites de emisión. Esta flexibilidad trajo como resultado un aumento sustancial en los ahorros de costos de control de emisiones (en miles de millones de dólares) sin afectar negativamente la calidad del medio ambiente⁽²⁶⁾.

Existen sin embargo altos costos de transacción, especialmente cuando el comercio se da entre empresas y no entre plantas distintas de una misma empresa.

4.3 Impuestos y subsidios

Los impuestos y los subsidios constituyen dos formas de remediar las ineficiencias asociadas a las emisiones de GHG. Ambos suponen ingresos o egresos para el fisco.

4.3.1 Subsidios

Como las empresas no reciben beneficios directos al reducir sus emisiones de GHG, no se ven incentivadas a incurrir en costos para reducirlas.

Una alternativa que tiene el gobierno para incentivar a

25) HAHN, R y HESTER, G.; "Marketable Permits: Lessons for Theory and Practice", *Ecology Law Quarterly*, Berkeley, Vol. 16, Nº2 (1989).

26) HAHN, R. y HESTER, G.; *op. cit.*, p. 375.

los productores a bajar sus emisiones es subsidiarlos. Si el gobierno subsidia los gastos o pérdidas en que incurren las empresas para controlar las emisiones, es probable que las empresas bajen sus niveles de emisión de GHG. El subsidio podría destinarse a la compra de equipos que procesaran los gases de manera tal que las emisiones finales no fueran tan perjudiciales, o a la compra de equipos con nueva tecnología incorporada que produjeran menor cantidad de emisiones o al pago de un monto compensatorio para el empresario por obligarlo a bajar su nivel de producción, etc.

Teóricamente, el subsidio sería igual a la diferencia entre el Beneficio Marginal Social (BMg S) y el Beneficio Marginal Privado (BMg P) de la empresa (cercano a cero). De esta manera se podrían alcanzar los niveles eficientes de reducción de emisiones.

4.3.2 Impuestos

Si se establecen impuestos ambientales el que emite GHG paga por el daño que ocasiona.

Excepto por los ingresos gubernamentales que un impuesto produciría, esta formulación es equivalente a un sistema de permisos de emisión comercializables: se paga por lo que se emite⁽²⁷⁾.

El principio básico para establecer un impuesto de este tipo es intentar que sea correctivo (pigouviano), es decir que refleje la diferencia entre el CMg S y el CMg P. De esta forma, el CMg P pasa a ser igual al CMg S.

4.3.2.1 Tipos de impuesto ambiental

Se pueden establecer impuestos por unidad de producto, por unidad de insumo, por período de tiempo que funciona diariamente una planta, por nivel de emisiones, etc.

Sin embargo, las dos grandes posibilidades que actualmente se manejan en los países desarrollados son el impuesto ambiental unitario y el impuesto ambiental ad valorem.

El impuesto ambiental unitario o específico es un impuesto que se aplica por BTU, British Thermal Unit (Unidad Térmica Británica) o por cualquier otra unidad energética, tomando como base el

27) GASKINS, D. y WEYANT, J.; "Model Comparison of the Costs of Reducing CO₂ Emissions", The American Economic Review, Wisconsin, Vol. 89, Nº2 (May 1993), p. 318.

contenido calórico⁽²⁸⁾ o el contenido de carbono de los combustibles.

El impuesto ad valorem es un impuesto que se carga al precio del producto que ocasiona emisiones contaminantes en su producción o en su utilización. Así por ejemplo, los productos que contienen carbono, como el petróleo, son susceptibles de ser gravados. Lo que se hace esencialmente es aplicar una alícuota sobre el precio de venta.

4.3.2.2 Ventajas y desventajas de un impuesto ambiental

Un impuesto ambiental ofrecería ventajas y desventajas. Como ventajas se pueden mencionar las siguientes:

a) Un impuesto ambiental aseguraría que las empresas que producen emisiones gastaran un monto socialmente eficiente para disminuir las emisiones. Mientras el CMg de reducir las emisiones (costo en el que deben incurrir las empresas si quieren reducirlas) es menor que el impuesto que deben pagar (DMg de las emisiones), las empresas reducen el nivel de emisiones. Cuando el CMg de reducirlas supera el impuesto que deben pagar, las empresas optarán por pagar el impuesto.

b) Un impuesto ambiental sería corrector, no distorsionaría los incentivos sino que por el contrario, corregiría las distorsiones que surgen con las externalidades⁽²⁹⁾.

c) Un impuesto ambiental representaría indiscutiblemente un aumento en las entradas fiscales. Esto se debe a que el impuesto ambiental más plausible es el impuesto al carbono. Un impuesto al carbono muy probablemente sería establecido sobre la base del contenido de carbono de los combustibles fósiles, que son de uso generalizado. Mayores ingresos fiscales permitirían bajar el déficit y/o aumentar el gasto público⁽³⁰⁾.

d) Un impuesto ambiental permitiría que los gobiernos redujeran los impuestos distorsionantes y compensaran las menores entradas provenientes de impuestos distorsionantes con las mayores entradas provenientes de impuestos correctivos. Algunos modelos sugieren que si los gobiernos hicieran eso mejoraría el funcionamiento de las economías⁽³¹⁾.

28) Contenido calórico: cantidad de kilocalorías por kilo de combustible.

29) PEARCE, D.; "The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming", *The Economic Journal*, Cambridge, Vol. 101, Nº407 (July 1991), p. 940.

30) GASKINS, D. y WEYANT, J.; op. cit., p. 319.

31) REPETTO, R. y otros; "Green Fees: How a Tax Shift can work for the Environment and the Economy", *World Resources Institute*, Nov. 1992, p. 59.

e) Un impuesto ambiental aumentaría las tasas de reducción de emisiones al menos cuando el impuesto fuera mayor que los costos marginales de reducción.

f) Un impuesto ambiental actuaría como un incentivo continuo para adoptar tecnologías cada vez más limpias y conservar la energía.

Como desventajas se pueden mencionar las siguientes:

a) Un impuesto ambiental podría no reducir las emisiones en el porcentaje deseado debido a que no se conocen las elasticidades relevantes con una certeza razonable.

b) Un impuesto ambiental (por ejemplo, un impuesto al carbono) necesitaría ser ajustado en forma iterativa hasta lograr el nivel deseado de reducción de emisiones.

c) Un impuesto ambiental, al igual que cualquier otro impuesto, impondría una pérdida que tendría que ser evaluada frente a las ganancias de la menor externalidad. El impacto de un impuesto ambiental sobre el PBI mide los costos para la economía en términos de producción perdida que resulta de aumentos en los precios de los bienes que necesitan emisiones de CO₂ para su producción (Esos bienes tienen que ser producidos con menos carbono o con procesos más costosos). La pérdida de PBI también incluye el impacto del impuesto sobre la acumulación de capital y el proceso tecnológico. Nota: Las pérdidas proyectadas podrían reducirse sustancialmente usando las entradas del impuesto ambiental para bajar otros impuestos que desincentivan la actividad económica, particularmente la formación de capital⁽³²⁾.

d) Si el impuesto ambiental tomara la forma de un impuesto al carbono, éste sería regresivo debido a que las familias de ingresos más bajos gastan una mayor proporción de su ingreso en combustible que lo que lo hacen las familias de ingresos más altos.

e) Un impuesto ambiental encontraría resistencia en el sector industrial, temeroso de las posibles pérdidas de competitividad.

f) Si se intentara establecer un impuesto pigouviano, se encontrarían inconvenientes prácticos. Dado que es muy difícil estimar el CMg de las emisiones de GHG, sería muy difícil establecer el monto correcto.

32) GASKINS, D. y WEYANT, J.; op. cit., p. 320.

4.3.2.3 Estimaciones empíricas

Se calcula que un impuesto aplicado sobre todos los tipos de energía y sobre todos los usos en Estados Unidos daría como resultado una entrada fiscal para ese país de alrededor de \$18000 millones, ya fuera que se tratara de un impuesto por BTU o de un impuesto ad valorem⁽³³⁾.

Poterba⁽³⁴⁾ calculó la recaudación que los gobiernos de algunos países recibirían con la implantación de un impuesto alto (100 dólares por tonelada de carbono). Los resultados a los que llegaron fueron los siguientes:

- Reino Unido: 18800 millones de dólares (2.3% del PNB)
- Francia: 12100 millones de dólares (1.3% del PNB)
- Japón: 32000 millones de dólares (1.1% del PNB)
- Estados Unidos: 164000 millones de dólares (3.4% del PNB).

Poterba⁽³⁵⁾ también hizo algunas estimaciones de las pérdidas que produciría un impuesto de 5 dólares por tonelada de carbono en los Estados Unidos. Su conclusión fue que las pérdidas que se producirían rondarían los 280 millones de dólares, o lo que es lo mismo, el 0.01% del PNB de Estados Unidos.

Whalley y Wigle⁽³⁶⁾ proveen algunas estimaciones de las pérdidas para la economía norteamericana provenientes de establecer un impuesto de 450 dólares por tonelada de carbono. Si el impuesto tomara como base el consumo, Estados Unidos y Canadá perderían el 1.2% del PNB; si el impuesto tomara como base la producción, perderían el 4.3% del PNB y si el impuesto tomara una base global, perderían 9.8% del PNB. Sin embargo, el objetivo hipotético de Whalley y Wigle, que es una reducción del 50% en el uso global del carbono, es demasiado alto y está fuera del rango que se discute en las negociaciones internacionales, que por el momento se fijan objetivos más cercanos.

Como la principal fuente de GHG producidos por el hombre es el CO² proveniente de la combustión de combustibles fósiles, los esfuerzos para reducir las emisiones de GHG generalmente

33) CHURCH, G.; "A Call to Arms", *Time*, New York, Vol. 141, N°8 (February 22, 1993), p. 16.

34) POTERBA, J.; "Designing a Carbon Tax", en *Economic Policy Responses to Global Warming*, (Dornbusch y Poterba, eds.), 1991; en PEARCE, D.; "The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming", *The Economic Journal*, Cambridge, Vol. 101, N°407 (July 1991), p. 943.

35) POTERBA, J.; op. cit., p. 943.

36) WHALLEY, J. y WIGLE, R.; "The International Incidence of Carbon Taxes", en *Economic Policy Responses to Global Warming*, (Dornbusch y Poterba, eds.), 1991; en PEARCE, D.; op. cit., p. 943.

comienzan por restringir las actividades que emiten carbono⁽³⁷⁾.

El grupo de trabajo EMF 12 del Foro de Modelaje Energético especificó distintos escenarios con distintos niveles de control de emisiones. Al suponer los distintos escenarios, el grupo utilizó generalmente impuestos que tomaron como base el contenido de carbono de los combustibles.

El impacto de las distintas opciones de control sobre el cambio climático global durante los próximos veinte años sería limitado. Aún en los escenarios más controlados, la reducción de emisiones en ese período no se espera que sea mayor que el 25% en relación al caso de que no hubiera control alguno.

4.3.2.4 *La equidad de un impuesto ambiental*

Si el impuesto ambiental toma la forma de un impuesto al carbono, éste, en general, será regresivo debido a que las familias de ingresos más bajos gastan una mayor proporción de su ingreso en combustible que lo que lo hacen las familias de ingresos más altos.

En Inglaterra, por ejemplo, el 10% de las familias de menores ingresos gasta el 13.3% de sus entradas en combustible, mientras que el 10% de las familias de mayores ingresos, gasta sólo el 3.5%⁽³⁸⁾. En otras palabras, un aumento del precio del combustible debido a mayores impuestos tendrá un efecto desproporcionado en los grupos de ingresos más bajos.

Además hay que tomar en consideración que los sectores de mayores ingresos tienen acceso a fuentes de mayor rendimiento mientras que los sectores de menores ingresos tienen acceso a fuentes de menor rendimiento y mayor contenido de carbono. Así por ejemplo, si las familias de altos ingresos usan gas natural y las familias de bajos ingresos usan carbón y se establece un impuesto que varía positivamente con el contenido de carbono del combustible utilizado, es evidente que las familias más pobres serán las más perjudicadas.

Johnson, Mc. Kay y Smith⁽³⁹⁾ hicieron un estudio donde simularon el efecto de introducir un impuesto agregado de 15% sobre la energía en el Reino Unido. Las conclusiones fueron que:

37) GASKINS, D. y WEYANT, J.; op. cit., p. 318.

38) PEARCE, D.; op. cit., p. 943.

39) JOHNSON, D., Mc. KAY, S. y SMITH, S.; "The Distributional Consequences of Environmental Taxes, Institute for Fiscal Studies, Commentary Nº23 (1990); en PEARCE, D.; op. cit., p. 943.

- a) Las entradas del gobierno serían de 1700 millones de libras.
- b) El consumo de combustible sería reducido en un 4%.
- c) Los impuestos pagados por el decil más pobre representarían el 1.8% del gasto de las familias pobres y los impuestos pagados por el decil más rico representarían el 0.4% del gasto de las familias ricas.

También buscaron la tasa impositiva necesaria para bajar el consumo de combustible en un 20% con respecto a los niveles de 1988 y hallaron que ésta tendría que ser del 75%.

Symons, Proops y Gay⁽⁴⁰⁾ hicieron también algunas simulaciones para el caso británico. Los resultados fueron los siguientes:

- a) En el Reino Unido se necesitaría un impuesto de alrededor de 60 libras por tonelada de carbono para bajar las emisiones de CO₂ en un 20%.
- b) Un impuesto tal aumentaría las entradas del gobierno en 1700 millones de libras.
- c) Si se estableciera ese impuesto, la carga total en concepto de impuestos indirectos aumentaría 300% para el decil de ingresos más bajos y 80% para el decil de ingresos más altos.
- d) Si las ganancias de un impuesto al carbono se usaran para eliminar el impuesto al valor agregado en todos los demás bienes, entonces el decil de ingresos más bajos sufriría un aumento de 160% en la carga de impuestos indirectos, y el decil de ingresos más altos, sólo un 20%.
- e) Si conjuntamente con la introducción de un impuesto de 60 libras por tonelada de carbono se establecieran medidas compensatorias para las familias más pobres, la reducción de emisiones disminuiría en forma considerable. En lugar de bajar las emisiones un 20%, sólo bajarían un 11%. En efecto, las familias beneficiadas gastarían su mayor ingreso disponible en bienes con cierto contenido de carbono. Sin embargo, esta medida reduciría la inequidad.

Hay sin embargo, nuevos estudios de la distribución de la carga de impuestos al carbono en Estados Unidos y otros países: Smith⁽⁴¹⁾ provee evidencia para Europa, y Jorgenson, Slesnick y Wilcoxon⁽⁴²⁾ y también Poterba⁽⁴³⁾, para los Estados Unidos.

40) SYMONS, E., PROOPS, J. y GAY, P.; "Carbon Taxes, Consumer Demand and Carbon Dioxide Emission: a Simulation Analysis for the UK", Department of Economics, University of Keele, 1990; en PEARCE, D.; op. cit., p. 945.

41) SMITH, S.; "The Distributional Consequences of Taxes on Energy and the Carbon Content of Fuels", en Comisión de la European Economy, 1, 1992, 241-68; en POTERBA, J.; "Global Warming Policy: A Public Finance Perspective", Journal of Economic Perspectives, Wisconsin, Vol. 7, Nº4 (Fall 1993), p. 56.

42) JORGENSON, D. y otros; "Carbon Taxes and Economic Welfare", Brookings Papers on Economic Activity, Microeconomics Issue, 1992, 393-431, en POTERBA, J.; op. cit., p. 56.

43) POTERBA, J.; "Tax Policy to Combat Global Warming: On Designing a Carbon Tax", en Economic Policy Responses to Global Warming, (Dornbusch y Poterba, eds.), 1991, en POTERBA, J.; op. cit., p. 56.

Estos estudios sugieren que un simple análisis del ratio de gasto en combustible en relación al ingreso exagera sustancialmente el carácter regresivo de los impuestos al carbono. Si las cargas impositivas se analizan en relación a la corriente total de ingresos de una persona durante toda su vida, los impuestos al carbono parecen menos regresivos que cuando se los compara con el ingreso corriente⁽⁴⁴⁾.

5. CONCLUSIONES

El calentamiento de la Tierra es un tema que atañe a todos los habitantes del planeta. No cabe duda de que la economía como ciencia tiene mucho que decir al respecto. En efecto, se trata de una externalidad y como tal puede estudiarse con las herramientas que brinda la teoría económica.

Si se adopta una estrategia intervencionista es importante no caer en niveles de reducción de emisiones de GHG para los cuales el CMg de reducción supera al DMg que éstas ocasionan. Por otro lado, hay que tener en cuenta que cualquiera sea la política que se elija para disminuir las ineficiencias asociadas al efecto externo negativo, su implementación tendrá impactos sobre las empresas, sobre las familias, sobre el gobierno, sobre el sector externo de un país y, eventualmente, sobre la comunidad internacional toda.

Tanto las regulaciones, como los impuestos, los subsidios y los sistemas de permisos comercializables, se diseñan con el objetivo de disminuir las emisiones de GHG y/o de que los que las ocasionan se hagan responsables.

Las regulaciones implican un gasto administrativo pero no suponen flujos monetarios que aumenten o disminuyan las arcas del tesoro como lo hacen, en cambio, los impuestos y los subsidios.

Con las regulaciones se prohíbe, se imposibilita de hecho una cierta cantidad de emisiones de GHG. Los otros tres tipos de política en cambio, no prohíben las emisiones en forma directa sino que sólo las encarecen. (En el caso de los impuestos y los permisos los que pagan son los que emiten los GHG y en el caso de los subsidios los que pagan son los gobiernos).

Los juicios de valor que respaldan uno u otro tipo de política son distintos. Si se prohíbe emitir más allá de un determinado nivel de GHG se parte de la base de que la calidad del medio ambiente es un derecho que tiene la gente y de que nadie tiene por qué sufrir

44) POTERBA, J.; op. cit., p. 56.

las consecuencias de un cambio climático provocado por las mayores concentraciones atmosféricas de GHG.

Si se encarecen las emisiones se está suponiendo implícitamente que el hecho de pagar confiere el derecho a emitir GHG y atentar contra el medio ambiente de todos o, en el caso de los subsidios, que los que emiten tienen derecho a emitir y es necesario pagarles para que no lo hagan. Las consideraciones éticas son diferentes y, a excepción de los "ambientalistas", gobiernos, productores y consumidores parecen inclinarse más bien por la segunda.

Los permisos comercializables conforman un sistema de control de emisiones de GHG que aún no está del todo desarrollado y que no es de uso generalizado. La experiencia norteamericana muestra que podrían llegar a constituir una buena alternativa de política, dado que los ahorros de costos de control de emisiones parecen ser sustanciales (en términos de millones de dólares). Los gastos en los que tendría que incurrir el gobierno serían principalmente administrativos (especialmente al momento de decidir la cantidad de permisos a poner en el mercado). No es seguro que el sistema funcione. Los principales obstáculos que se pueden presentar provienen de los costos de transacción.

Los subsidios destinados a cubrir los gastos de las empresas para bajar las emisiones no parecen ser una opción fácil de implementar, ya que es difícil estimar el $BMg S$. Además, aún cuando se pudiera estimar, la asignación de recursos nunca llegaría a ser eficiente debido a que el $CMg S$ de producción comprende los costos de los subsidios del gobierno para bajar las emisiones y las empresas no toman en cuenta esos costos al decidir el nivel de producción.

Por último, se tienen los impuestos, que constituyen la alternativa más atractiva. Así como las otras tres opciones suponen egresos para el estado, ésta es la única que supone ingresos. Esto no es de poca importancia, dado que hoy en día todos los países del mundo tienen déficit fiscal. El efecto de los impuestos ambientales entonces no se limita sólo a reducir las emisiones, sino que, al aumentar las entradas fiscales ofrece la posibilidad de reducir otros impuestos que distorsionan las relaciones de precios. Hay que reconocer sin embargo que aún cuando la intención fuera establecer un impuesto correctivo, sería muy difícil calcular la diferencia entre el $CMg P$ y el $CMg S$.

No se pueden ignorar tampoco los problemas que acarrearía

la instauración de un impuesto ambiental. El más importante es el de la inequidad. Según las estimaciones, una mayor equidad traería como consecuencia una menor reducción de emisiones de GHG. Quedaría así planteado un trade-off entre eficiencia y equidad.

Sin embargo, los impuestos siguen pareciendo la opción más factible. Posiblemente por eso sea la más estudiada hasta el momento. Poco a poco los estudios sobre aspectos económicos del efecto invernadero han ido centrando la atención en esta alternativa.

Por otro lado, hay un problema adicional común a todas las políticas: ningún país tiene certeza respecto de las políticas que va a aplicar otro. Esto hace que haya una tendencia general por parte de los gobiernos a no implementar políticas ambientales importantes, que podrían llegar a comprometer su posición en los mercados internacionales.

Por último, no se pueden ignorar las dificultades de administración y control inherentes a todas las políticas en mayor o menor cuantía. ¿Cumplen las empresas con las regulaciones? ¿Pagan productores y consumidores los impuestos ambientales? ¿Se utilizan realmente los subsidios para los fines para los que fueron otorgados? ¿Se intercambian los derechos de emisión respetando las normas impuestas por el gobierno?

El tema es urgente y cualquier medida que se tome hoy va a tardar décadas en traer beneficios.

Una de las ramas emergentes más importantes de la Ciencia Económica es la Economía del Medio Ambiente, y en particular, del Efecto Invernadero. La bibliografía que se utilizó para esta reseña es de nivel internacional (principalmente publicaciones de Social Science Citation Index), lo cual es una prueba más de la relevancia del tema.

La discusión recién comienza y parece que va a continuar durante las próximas décadas.

Silvia G. Santos

*Departamento de Economía
Universidad Nacional del Sur*

BIBLIOGRAFIA

- AYRES, R. y WALTER J.; "The Greenhouse Effect: Damages, Costs and Abatement", *Environmental & Resource Economics*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Vol. 1, Nº3 (1991), pp. 237-270.
- BAUMOL, W. y OATES, W.; *La Teoría de la Política Económica del Medio Ambiente*, Trad. de Ana Martínez Pujana, Barcelona, Antoni Bosch, 1982, 325 págs.
- CLINE, W.; "Scientific Basis for the Greenhouse Effect", *The Economic Journal*, The Royal Economic Society, Cambridge, Vol. 101, Nº407 (July 1 1991), pp. 921-937.
- CLINE, W.; "Demos una Oportunidad a la Atenuación del Efecto de Invernadero", *Finanzas y Desarrollo*, Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial, Washington, Vol. 30, Nº1 (Marzo 1993), pp. 3-5.
- CHURCH, G.; "A Call To Arms", *Time*, New York, Vol. 141, Nº8 (February 22, 1 1993), pp. 15-18.
- ELMER-DEWITT, P.; "Not Just Hot Air", *Time*, New York, Vol. 141, Nº18 (May 3, 1993), p. 40.
- GASKINS, D. y WEYANT, J.; "Model Comparisons of the Costs of Reducing CO₂ Emissions", *The American Economic Review*, The American Economic Association, Wisconsin, Vol. 83, Nº2 (May 1993), pp. 318-323.
- HAHN, R.; "Economic Prescriptions for Environmental Problems: How the Patient Followed the Doctor's Orders", *Journal of Economic Perspectives*, The American Economic Association, Stanford, Vol. 3, Nº2 (Spring 1989), pp. 95-114.
- HAHN, R. y HESTER, G.; "Marketable Permits: Lessons for Theory and Practice", *Ecology Law Quarterly*, University of California, Berkeley, Vol. 16, Nº2 (1989), pp. 361-406.
- HELFAND, G.; "Standards versus Standards: The Effects of Different Pollution Restrictions", *The American Economic Review*, The American Economic Association, Wisconsin, Vol. 81, Nº3 (June 1991), pp. 622-634.
- LARSEN, B. y SHAH A.; "El Efecto de Invernadero y Cómo Combatirlo", *Finanzas y Desarrollo*, Fondo Monetario Internacional y Banco Mundial, Washington, Vol. 29, Nº4 (Dic. 1992), pp. 20-23.
- MINTZER, I.; "Un Mundo Caluroso: Retos para un Análisis Político", *Perspectivas Económicas*, United States Information Agency, Washington, Nº65 (Oct. Nov. Dic. 1988), pp. 6-12.
- MORGENSTERN, R.; "Towards a Comprehensive Approach to Global Climate Change Mitigation", *The American Economic Review*, The American Economic Association, Wisconsin, Vol. 81, Nº2 (May 1991), pp. 140-145.
- NORDHAUS, W.; "A Sketch of the Economics of the Greenhouse Effect", *The American Economic Review*, The American Economic Association, Wisconsin, Vol. 81, Nº2 (May 1991), pp. 146-150.
- NORDHAUS, W.; "To Slow or Not To Slow: The Economics of the Greenhouse

Effect", *The Economic Journal*, The Royal Economic Society, Cambridge, Vol. 101, Nº407 (July 1991), pp. 921-937.

NORDHAUS, W.; "Optimal Greenhouse-Gas Reductions and Tax Policy in the DICE Model", *The American Economic Review*, The American Economic Association, Wisconsin, Vol. 83, Nº2 (May 1993), pp. 313-317.

NORDHAUS, W.; "Reflections on the Economics of Climate Change", *The Journal of Economic Perspectives*, The American Economic Association, Wisconsin, Vol. 7, Nº4 (Fall 1993), pp. 11-26.

PEARCE, D.; "The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming", *The Economic Journal*, The Royal Economic Society, Cambridge, Vol. 101, Nº407 (July 1991), pp. 938-948.

POTERBA, J.; "Global Warming Policy: A Public Finance Perspective", *The Journal of Economic Perspectives*, The American Economic Association, Wisconsin, Vol. 7, Nº4 (Fall 1993), pp. 47-64.

REPETTO, R. y otros; "Green Fees: How a Tax Shift can work for the Environment and the Economy", World Resources Institute, November 1992, pp. 52-70.

ROSEN, H.; *Manual de Hacienda Pública*, Trad. de Ignacio Zubiri y Antonio de Lecea, Barcelona, Ariel, 1987, 604 págs.

SANTOS, S., *Aspectos Económicos del Efecto Invernadero*, Trabajo de Grado de la carrera de Licenciatura en Economía, Departamento de Economía, UNS, Bahía Blanca, Mayo 1993, 109 págs.

SCHAMALENSEE, R.; "Symposium on Global Climate Change", *The Journal of Economic Perspectives*, The American Economic Association, Wisconsin, Vol. 7, Nº4 (Fall 1993), pp. 3-10.

STIGLITZ, J.; *Economics of the Public Sector*, New York, Norton, 1986, 599 págs.

WEYANT, J.; "Costs of Reducing Global Carbon Emissions", *The Journal of Economic Perspectives*, Wisconsin, Vol. 7, Nº4 (Fall 1993), pp. 27-46.