

Maldonado, Leonardo J.

**Article**

## Política ambiental discrecional y bienestar social: Un modelo de inconsistencia dinámica

Atlantic Review of Economics

**Provided in Cooperation with:**

Economists Association of A Coruña

*Suggested Citation:* Maldonado, Leonardo J. (2012) : Política ambiental discrecional y bienestar social: Un modelo de inconsistencia dinámica, Atlantic Review of Economics, ISSN 2174-3835, Colegio de Economistas de A Coruña, A Coruña, Vol. 1

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/67372>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

**Política ambiental discrecional y bienestar social:  
Un modelo de inconsistencia dinámica**

**Leonardo J. Maldonado\***

Universidad Central de Venezuela

---

\* Economista, Universidad Central de Venezuela. Caracas/Venezuela. Correo electrónico: leonardojmaldonado@gmail.com. El autor es responsable de las opiniones y demás consideraciones expresadas en esta investigación.

## **Resumen**

El trabajo evalúa la presencia de inconsistencia dinámica en las decisiones discrecionales de política ambiental y su incidencia sobre el bienestar social. Se asume que un ente ambiental minimiza una función de pérdida de bienestar social controlando libremente, en cada período, una tasa impositiva por unidad de producto contaminante en su objetivo de reducir la producción industrial y aumentar el bienestar. Con expectativas racionales sobre la tasa impositiva, se consigue un factor de sesgo instrumental que aleja los resultados óptimos de lo socialmente deseado. Además, se espera que algún evento positivo exógeno y aleatorio sobre la estabilidad de las decisiones de política, algún tipo de noticia favorable e inesperada, reduzca la presión tributaria e incentive la oferta industrial. En ese instante, si la tasa óptima es menor a la socialmente deseada, habrá una polución más allá de lo socialmente tolerable. Para eliminar el sesgo, se debe entablar una solución cooperativa donde la autoridad ambiental se comprometa a aplicar una política óptima en cada período, con una visión de largo plazo, y la sociedad forme sus expectativas acorde con el compromiso.

## **Abstract**

This article evaluates the presence of dynamic inconsistency on decisions of discretionary environmental policy, and its incidence on social welfare. It is assumed that an environmental authority minimizes a social welfare loss function controlling freely – on each period – a tax rate by unit of contaminant product in its objective of reduce the quote of industrial production and increase the welfare. In a scenario of rational expectations on the tax rate is confirmed the occurrence of an instrumental bias that separated the optimal results from the social desires. In addition, with a positive exogenous and stochastic shock on the stability of policy decisions – some kind of favorable and unexpected news – the tax burden will be reduced and the industrial supply becomes promoted. At that moment, if the optimum tax rate is lower than the demanding social tax rate, there will be pollution beyond the socially tolerable. To eliminate the bias, it will be necessary to reach a cooperative solution where the environmental authority adopts the commitment to apply an optimum policy on each period, with a long-term vision, and where the society form its expectations in accord with the commitment.

*Códigos JEL:* Q50, E61, D64

*Keywords / Palabras claves:* environmental policy, environmental authority , environmental expectations, social welfare, dynamic inconsistency, discretionary policy, política ambiental, autoridad ambiental, expectativas ambientales, bienestar social, inconsistencia dinámica, política discrecional

## 1.- Introducción

En sentido amplio, la economía ambiental busca comprender la interacción, positiva o negativa, de los agentes económicos sobre el medio ambiente. Para ello, da cuenta de la importancia de revisar y/o redefinir los distintos eslabones del proceso productivo de las economías, acompañándolas con un desarrollo ecológico sostenible.

Actualmente, la apertura de los mercados estatales, regionales, y nacionales junto con la dependencia de áreas comunes permiten evidenciar cómo el control de la contaminación ambiental, la conservación de la naturaleza y la evaluación de los impactos ambientales, han trascendido fronteras; tratándose el contenido ambiental no sólo localmente sino como tema de debate global<sup>1</sup>. Al respecto, cada vez son más las investigaciones que reflexionan sobre el deterioro ambiental y brindan alternativas para enfrentarlo<sup>2</sup>. Con ello, ha cobrado relevancia la propuesta y evaluación de instrumentos económicos, a disposición de los hacedores de política ambiental, que minimicen progresivamente y en sus distintas instancias el problema de contaminación ambiental.

Un buen subconjunto de estos trabajos ha revisado, teórica y empíricamente, la necesidad de identificar cuál es el mejor enfoque de política ambiental para resolver ese problema y contrarrestar la pérdida de bienestar social; ver, por ejemplo, Johnson (1960), Jorgenson y Wilcoxon (1990), Tietenberg (1990), Hahn y Stavins (1991), Barr (2003), Mickwitz (2003), Harrington y Morgenstern (2004).

El propósito inicial de este artículo es presentar una función de pérdida de bienestar social considerando como variables: una tasa impositiva por unidad de producto contaminante controlada por algún ente del Estado encargado del campo ambiental (por ejemplo, un Ministerio de Medio Ambiente con mandato claro sobre el dominio de sus acciones de política) y un nivel de producción a establecer por las industrias contaminantes para cumplir con las condiciones deseadas y exigencias del mercado. Luego, dicha función de pérdida se minimizará en un escenario de inconsistencia dinámica, procediendo a evaluar la presencia de algún sesgo instrumental dentro de un contexto con expectativas racionales sobre la tasa impositiva dirigida a la producción contaminante.

Este trabajo se estructura de la siguiente manera. La próxima sección, pone en relieve la hipótesis básica sobre la cual se sostiene esta investigación, planteando cómo el problema de inconsistencia dinámica se aplicará al ámbito de las políticas ambientales. La tercera sección, describe la

---

<sup>1</sup> Ver, por ejemplo, Busch y otros (2005) quienes exponen un buen recuento de la difusión generalizada de los instrumentos regulatorios, en lo que denominan: el nuevo régimen ambiental internacional.

<sup>2</sup> A tal punto, que hoy día no se cuestiona la relación nociva, directa o indirecta, que ha guardado gran parte de la acción productiva de los agentes económicos sobre el medio ambiente y, en definitiva, con el bienestar social. Evidencia de ello puede conseguirse en Islam y Clarke (2002), quienes reclaman la pertinencia empírica de reconocer el impacto que tiene el factor ambiental sobre el bienestar social.

función de pérdida social asumiendo la actuación de control de la tasa impositiva y la reacción de las industrias contaminantes para definir sus cuotas de producción que en un momento determinado son consideradas óptimas para el mercado; además, se analizan las condiciones de convergencia del modelo con inconsistencia dinámica. Por último, se sintetizan los hallazgos y demás consideraciones finales.

## 2.- Inconsistencia dinámica en las políticas ambientales

Los argumentos que sustentan la necesidad de conservar el medio ambiente y alcanzar la sostenibilidad ambiental en escenarios disímiles (bien sea: social, política, económica, y/o geográficamente), para un mayor bienestar social son incuestionables. Trabajos que dan fe de ello, por mencionar algunos, abarcan: desde Smith y Krutilla (1979), Bentham (1986), Tata y Schultz (1988), Brännlund y Kriström (1996), Gopinath y Wu (1999), Gowdy (2004), hasta Whitford y Wong (2009)<sup>3</sup>.

Adicionalmente, trabajos como el de Tietenberg (1990), Hahn y Stavins (1991), Hoehn (1991), Mickwitz (2003), Harrington y Morgenstern (2004), no sólo reconocen la ventaja de entender los instrumentos de política ambiental y sus diferencias, sino que permiten identificar que pueden haber efectos ambiguos en el bienestar social cuando alguna autoridad ambiental decide aplicar uno u otro instrumento, dependiendo de las vicisitudes de la industria y su contaminación.<sup>4</sup>

Una alternativa para estudiar las implicaciones de política ambiental sobre el bienestar social involucra al problema de inconsistencia temporal en políticas planeadas y ejecutadas. Al respecto, son exiguos los estudios que plantean directamente una función de pérdida de bienestar social, con base en instrumentos económicos, evaluando la inconsistencia dinámica de aplicar políticas ambientales<sup>5</sup>.

En el campo de la política macroeconómica, Kydland y Prescott (1977) formularon por primera vez el problema de la inconsistencia dinámica en el ámbito monetario. Con base en expectativas racionales sobre la inflación e incluyendo una ecuación de comportamiento para reflejar el conflicto entre los objetivos de política monetaria (inflación y empleo), la inconsistencia dinámica surge cuando la autoridad monetaria actúa discrecionalmente con incentivos a violar sus anuncios previos de política para expandir el stock de dinero, generar inflación sorpresiva, y cumplir su objetivo de empleo a corto plazo.

<sup>3</sup> Resalta el trabajo de Gowdy (2004) quien reseña la relación entre una nueva economía del bienestar y el análisis costo beneficio, usualmente aplicado en el ámbito ambiental. Además, el trabajo reciente de Whitford y Wong (2009) es un excelente ejemplo de soporte empírico que distingue, cuantitativa y cualitativamente, a países desarrollados y en desarrollo enalteciendo la importancia de propiciar la sostenibilidad ambiental.

<sup>4</sup> En especial, Hoehn (1991) desarrolla una estructura teórica, con validación empírica, que sustenta la medición de los impactos multidimensionales de la política ambiental, en consideración de los efectos sustitución y demás.

<sup>5</sup> La revisión teórica llevada adelante durante esta investigación no permite brindar algún ejemplo sobre este tema; sin embargo, estrictamente hablando, el autor prudente se abstiene de afirmar la no presencia de ellos.

En el escenario racional, la sociedad no puede ser sorprendida (conoce las motivaciones de la autoridad monetaria y puede ajustar al alza sus expectativas para contrarrestar la tentación a desviarse de anuncios previos), lo que provoca inestabilidad de corto plazo en la relación entre la inflación y el desempleo. La autoridad monetaria toma como dada la respuesta racional de la sociedad a sus acciones de política y, en definitiva, se genera un sesgo inflacionario. De esta manera, toda actuación monetaria discrecional resulta en una inflación óptima por encima de lo deseado por la economía aunque sin incrementar necesariamente el nivel de producción<sup>6</sup>.

Lo anterior dista de representar un comportamiento consistente, entendiendo por consistencia a la toma de decisiones que optimizan, en este caso minimizan, para cada período de tiempo la función de pérdida social. Aquí, se tiene lo siguiente: por un lado, la autoridad al contar con instrumentos de política bajo su control tendrá incentivos para desviarse de una política planeada hacia otra que sea consistente en cada instante de tiempo; por otro lado, no hay posibilidades de sorpresas inflacionarias dado que el público forma sus expectativas racionalmente, asegurando la inconsistencia en la política.

En términos más generales, Fischer (1990: 1169)<sup>7</sup> señala que la inconsistencia dinámica se da cuando: «una política óptima planeada en el presente para algún período futuro deja de ser óptima cuando aquel período llega, aún cuando no haya aparecido nueva información relevante en el ínterin». Así, en un contexto de expectativas racionales, la actuación discrecional optará por aquella política que sea mejor para un momento de tiempo en particular y no para todo momento. Por lo tanto, con una visión de largo plazo, si no existe un compromiso que obligue a implementar en cada período de tiempo la política inicialmente planeada, llegado el momento la política ejecutada perdería eficiencia siendo, por lo tanto, subóptima.

Ahora bien, siguiendo lo descrito y relacionándolo con el campo ambiental, la hipótesis relevante en este trabajo hace referencia a la presencia de inconsistencia dinámica en las decisiones de protección del medio ambiente tomadas por algún ente del Estado con autoridad ambiental (por ejemplo, un Ministerio de Medio Ambiente con mandato claro sobre el dominio de sus acciones de política). Se plantea una función de pérdida social donde la autoridad ambiental ordena el *trade-off* existente entre una tasa impositiva por producto contaminante y un nivel de producción industrial contaminante pero necesaria para el devenir económico. Para ello, se asume que el ente competente, en su único objetivo de sanidad ambiental, utiliza una tasa impositiva promedio como instrumento de política que le permite captar recursos fiscales de industrias contaminantes y, al mismo tiempo, desincentivar la producción industrial reduciendo el nivel de polución.

---

<sup>6</sup> En otras palabras, en este caso el problema de inconsistencia hace referencia a la diferencia entre la política anunciada y la acción a ejecutar por la autoridad monetaria luego que la sociedad formaliza racionalmente sus decisiones de empleo y producción. Ver también, Romer (2006: 519-533).

<sup>7</sup> Dado como referencia en Muñoz (1997: 50).

Dentro de un escenario con expectativas racionales sobre la tasa impositiva, es decir, donde el sector industrial y demás esferas productivas conocen plenamente las acciones que la autoridad ambiental llevará a cabo y actúan en consecuencia, es de esperar que la planeación libre y periódica de las políticas de protección ambiental percibidas socialmente óptimas hacia un período futuro, llegado el momento generen un sesgo representado en una tasa impositiva distinta a la socialmente esperada.

La autoridad ambiental tiene incentivos a desviarse de la política anunciada toda vez que tiene control discrecional sobre la tasa impositiva por producto contaminante. A favor del medio ambiente, la autoridad está tentada a sorprender a la sociedad con una mayor tasa impositiva de la prevista, con la finalidad de captar recursos que permitan reducir otros impuestos no dirigidos a la protección ambiental o redistribuir los ingresos fiscales en su conjunto (doble dividendo), al tiempo que consigue reducir la producción industrial contaminante más de lo planeado. No obstante, la sociedad conoce la motivación de la autoridad por reducir aún más la oferta industrial por lo que está dispuesta a ajustar al alza su expectativa impositiva (en búsqueda del doble dividendo), a cambio de contar con al menos un nivel de producción similar al del período previo (dada la necesidad de la economía por la oferta industrial), generándose inestabilidad de corto plazo e ineficiencia en la política ambiental.

Teniendo presente la práctica tradicional en la literatura macroeconómica, este trabajo sería un interesante aporte para las investigaciones ambientales, analizando cómo revisiones incesantes de la política ambiental en una economía pueden reducir el bienestar social.

### **3.- Descripción del modelo de pérdida de bienestar social con actuación discrecional de la autoridad ambiental**

La estructura funcional a desarrollar es similar a la convencionalmente usada en materia de políticas monetarias (ver, por ejemplo, Muñoz (1997), cuyo trabajo es base importante del proceso a desarrollar). Se maneja una función de pérdida de bienestar social donde algún ente con competencia ambiental elige, en el corto plazo y con libre control sobre una tasa impositiva promedio por producto industrial contaminante, la combinación entre dicha tasa y el nivel de producción industrial de la economía.

Los supuestos básicos sobre el modelo a desarrollar son los siguientes: 1) Las industrias contaminantes se agregan en la función social de la economía y producen el mismo bien, anhelado por la economía<sup>8</sup>; 2) La función de pérdida de bienestar social ( $L_t$ ) es cuadrática en las desviaciones entre: la

---

<sup>8</sup> Siendo una importante restricción, hay que tomar con cautela cualquier inferencia que al respecto se extrapole. Ahora bien, a pesar de ello, no deja de ser una interesante alternativa de estudiar, en cierto grado, la incidencia dinámica de las políticas ambientales. En algún trabajo posterior se podría relajar este supuesto, asumiendo la

tasa impositiva promedio sobre las industrias ( $i_t$ ) respecto de la tasa impositiva promedio socialmente deseada ( $i^*$ ), y el logaritmo de la producción promedio realizada ( $q_t$ ) respecto de la promedio socialmente deseada ( $q^*$ ); 3) Tanto  $i_t$  como  $q_t$  adoptan sólo valores positivos; 4) La autoridad ambiental plantea el escenario impositivo controlando  $i_t$ , mientras que las industrias acomodan su nivel de producción ( $Q_t$ ), con  $q_t = \ln(Q_t)$ ; 5)  $i^*$  se establece implícitamente por la sociedad ante el efecto nocivo que la polución tiene sobre el bienestar social, y  $q^*$  se establece implícitamente con el ajuste entre la oferta industrial y la demanda del mercado; 6) La sociedad otorga un peso relativo positivo ( $\varphi > 0$ , parámetro exógeno) a la estabilización de la tasa impositiva definida discrecionalmente por el ente competente en relación con la estabilización de la producción; 7) Cualquier efecto por cambios en  $i_t$  tiene una respuesta vía producción<sup>9</sup>. De esta manera, se da una primera aproximación a la función de pérdida de bienestar social:

$$L_t = \frac{1}{2} [ (i_t - i^*)^2 + \varphi (q_t - q^*)^2 ] \quad [1]$$

Considerando una relación directamente proporcional entre la desviación de  $i_t$  de su nivel esperado ( $i^e$ ) y la desviación de  $q_t$  de su nivel esperado ( $q^e$ )<sup>10</sup>, se tiene:

$$q_t - q^e = \alpha (i_t - i^e) + \varepsilon_t \quad \text{con} \quad \alpha > 0 \quad [2]$$

siendo  $\varepsilon_t$  igual a una perturbación estocástica ruido blanco<sup>11</sup>, la cual se traduce en revisiones incesantes de las decisiones de política ambiental y recoge toda contingencia o información adicional que incide sobre su estabilidad.

Ahora bien, se asume que el conjunto de información disponible manejado por la sociedad contiene datos completos sobre las acciones de política ambiental pasadas o presentes, es decir, se permite un escenario estratégico dentro del cual las expectativas impositivas se forman racionalmente sobre la tasa impositiva promedio (ver Expresión [3], donde  $E_{t-1}$  representa las expectativas basadas en toda la información disponible al período  $t-1$ ). Mientras que, por otro lado, se plantea que el nivel de producción industrial esperado coincide referencialmente con su nivel inmediatamente anterior, esto es:

$$i^e = E_{t-1} i_t \quad [3] \quad \wedge \quad q^e = q_{t-1} \quad [4]$$

---

presencia de  $n$ -ésimas industrias dentro de una economía y definiendo la función de pérdida de bienestar social a partir de una sumatoria de funciones individuales.

<sup>9</sup> En particular, este supuesto asegura que los cambios en la tasa impositiva promedio no son trasladados totalmente por las industrias al precio final de su bien, sino que de hecho existe incidencia sobre la oferta.

<sup>10</sup> Esto es evidente según la teoría microeconómica convencional, la cual indica la relación que guardan los costos marginales privados con los costos marginales sociales y la demanda.

<sup>11</sup> En sentido econométrico, el término ruido blanco se asocia con una serie temporal con esperanza o media cero y varianza estrictamente positiva pero finita, constante.



La Expresión [4] se intuye a partir del siguiente razonamiento: por un lado, las industrias contaminantes asimilan los criterios tributarios con cierto rezago inherente a su proceso de producción y a la utilización de capital físico productivo en el corto plazo; mientras que, por el otro lado, el sector laboral de las industrias pondera implícitamente tanto el deseo de una menor polución industrial como la necesidad de mantenerse íntegramente activo en el mercado de trabajo (por ejemplo, efectuándose presiones sindicales para evitar una reducción automática de mano de obra y, por lo tanto, una caída inmediata del nivel de producción). En ambos casos, se agrega rigidez ante los cambios en el mercado de factores de producción y se espera una adecuación rezagada de los recortes de producción industrial con el escenario tributario.

En adición, las industrias contaminantes maximizan sus beneficios sujetos a la relación que guardan sus costos con el contexto, es decir, las industrias optimizarán sus beneficios considerando los costos privados (que enfrentan para llevar adelante su proceso productivo) más los costos sociales (costos externos relacionados con el impacto que su producción tiene en la sociedad, en este caso, originados por la polución emanada de su proceso productivo). Asumiendo que el devenir económico requiere de una mayor oferta industrial presente, a pesar de las exigencias tributarias, dichas industrias buscarán abastecer a la economía con un nivel de producción al menos igual al del período previo para mantener su margen de rentabilidad. Por consiguiente, se tiene que  $q^* \geq q_{t-1} > 0$ .

Dado todo lo anterior, la Expresión [1] se redefine haciendo los artificios matemáticos de rigor; sustituyendo [3] y [4] en [2], se alcanza la siguiente expresión:

$$q_t = q_{t-1} + \alpha (i_t - E_{t-1}i_t) + \varepsilon_t \quad [5]$$

luego, sustituyendo [5] en [1], y reordenando, se obtiene la función a minimizar:

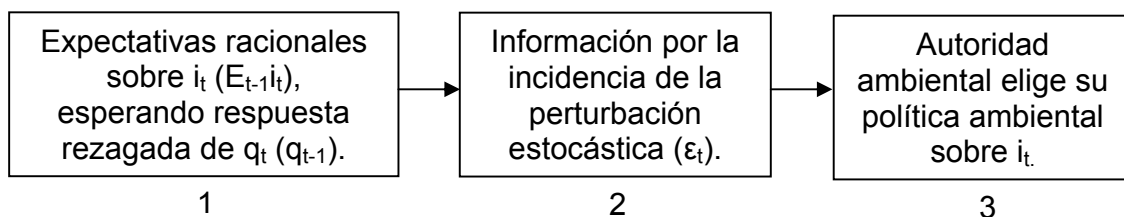
$$L_t = \frac{1}{2} [ (i_t - i^*)^2 + \varphi (\alpha (i_t - E_{t-1}i_t) - (q^* - q_{t-1}) + \varepsilon_t)^2 ] \quad [6]$$

Elaborar la idea de discrecionalidad en la política ambiental requiere que el Estado, representado en el gobierno, tome conciencia sobre el daño que el proceso productivo industrial de su economía ocasiona al medio ambiente y a la sociedad. Luego, se conforma un ente encargado del campo ambiental con un claro objetivo de sanidad ambiental y con plena discrecionalidad sobre el uso de algún instrumento de política (por ejemplo, y tal cómo se analiza en esta investigación, controlar el nivel de la tasa impositiva por producto industrial contaminante), con la finalidad de minimizar la función de pérdida de bienestar social.

Al tiempo que busca minimizar dicha función, la autoridad ambiental tiene incentivos a desviarse de la política anunciada aplicándole a la producción contaminante una tasa impositiva mayor a la prevista. Lo anterior le permitiría no sólo captar mayores recursos fiscales, para reducir otras cargas impositivas no necesariamente dirigidas a la sanidad ambiental o redistribuir la totalidad de los ingresos tributarios, sino reducir aún más la producción contaminante. Sin embargo, la autoridad se enfrenta a una sociedad que forma sus expectativas racionalmente sobre la tasa impositiva promedio; por lo tanto, reconociendo la necesidad industrial de la economía y estando presente la imposibilidad de dar una sorpresa ambiental, se puede esperar un resultado inconsistente de la política anunciada.

El orden temporal de los eventos es el siguiente: la sociedad conoce plenamente la acción que la autoridad ambiental llevará a cabo para minimizar su función objetivo (ver Expresión [6]), por lo que previamente establecen sus expectativas racionales sobre la tasa impositiva promedio esperando una adecuación rezagada de la producción industrial. Luego, surge la perturbación aleatoria que incide sobre la estabilidad de la decisión discrecional de la autoridad ambiental la cual, en definitiva, hace uso de su variable de control para intentar desincentivar la producción contaminante. La Figura 1 da una muestra más clara del orden temporal de los eventos:

**Figura 1. Orden temporal de los eventos**



Siguiendo lo señalado, puede decirse que la autoridad ambiental toma exógenamente las expectativas ambientales sobre la tasa impositiva promedio y el nivel de producción industrial, así como cualquier información proveniente de  $\varepsilon_t$ . Luego, en cada período, actúa con total libertad en la elección de su política ambiental óptima. Bajo estas circunstancias, la condición de primer orden para minimizar la Expresión [6] respecto de la variable de control, es:

$$\begin{aligned} \frac{dL_t}{di_t} &= \frac{1}{2} [2(i_t - i^*) + 2\varphi\alpha(\alpha(i_t - E_{t-1}i_t) - (q^* - q_{t-1}) + \varepsilon_t)] = 0 \\ \Rightarrow i_t - i^* + \varphi\alpha^2 i_t - \varphi\alpha^2 E_{t-1}i_t - \varphi\alpha(q^* - q_{t-1}) + \varphi\alpha\varepsilon_t &= 0 \\ \Rightarrow i_t &= \frac{1}{1 + \varphi\alpha^2} [i^* + \varphi\alpha(q^* - q_{t-1}) + \varphi\alpha^2 E_{t-1}i_t - \varphi\alpha\varepsilon_t] \quad [7] \end{aligned}$$

Ahora bien, la sociedad conoce plenamente que la autoridad ambiental sigue el criterio anterior para minimizar la función de pérdida de bienestar, por lo que predeterminan sus expectativas racionales a partir del mismo criterio; de tal manera, se obtiene lo siguiente:

$$E_{t-1}i_t = E_{t-1} \left[ \frac{1}{1 + \varphi\alpha^2} [i^* + \varphi\alpha(q^* - q_{t-1}) + \varphi\alpha^2 E_{t-1}i_t - \varphi\alpha\varepsilon_t] \right]$$

$$\Rightarrow E_{t-1}i_t \left(1 - \frac{\varphi\alpha^2}{1 + \varphi\alpha^2}\right) = \frac{1}{1 + \varphi\alpha^2} [i^* + \varphi\alpha(q^* - q_{t-1})] \Rightarrow E_{t-1}i_t = i^* + \varphi\alpha(q^* - q_{t-1}) \quad [8]$$

luego, sustituyendo [8] en [7] y reordenando, se consigue la reacción discrecional de la autoridad ambiental al escoger la tasa impositiva promedio:

$$i_t = i^* + \varphi\alpha(q^* - q_{t-1}) - \frac{\varphi\alpha}{1 + \varphi\alpha^2} \varepsilon_t \quad [9]$$

así, incluyendo la solución de  $i_t$  y la Expresión [8] en [5], se obtiene:

$$q_t = q_{t-1} + \frac{1}{1 + \varphi\alpha^2} \varepsilon_t \quad [10]$$

por último, los valores medios son respectivamente:

$$E(i_t) = i^* + \varphi\alpha(q^* - q_{t-1}) \quad [11] \quad \Rightarrow \quad \frac{dE(i_t)}{dq_{t-1}} = -\varphi\alpha < 0 \quad \wedge \quad E(q_t) = q_{t-1} \quad [12]$$

Con estos resultados, se evidencia claramente el problema de inconsistencia dinámica. En principio, la tasa impositiva óptima a la que cual debe atender la actuación de política es  $i^*$ . No obstante, la falta de compromiso en materia de política entre la autoridad ambiental y los agentes económicos, hace que la primera reaccione asumiendo como dadas las expectativas que los últimos fijaron racionalmente antes de la elección de la política sobre la tasa impositiva promedio. Con ello, la tasa óptima pasa a ser  $i^* + \varphi\alpha(q^* - q_{t-1})$ . Luego, es evidente cómo surge un sesgo instrumental dado por la adición del factor  $\varphi\alpha(q^* - q_{t-1})$ , generándose una carga impositiva superior a la socialmente deseada. Ese sesgo instrumental lo pagan inútilmente tanto las industrias (no todo cambio en la tasa impositiva se traduce íntegramente en cambios en los precios) como el resto de la sociedad pues, aunado con la

necesidad de oferta industrial presente, hace que la política ambiental no consiga reducir la producción promedio más allá del nivel inicialmente esperado (ver Expresión **[12]**).

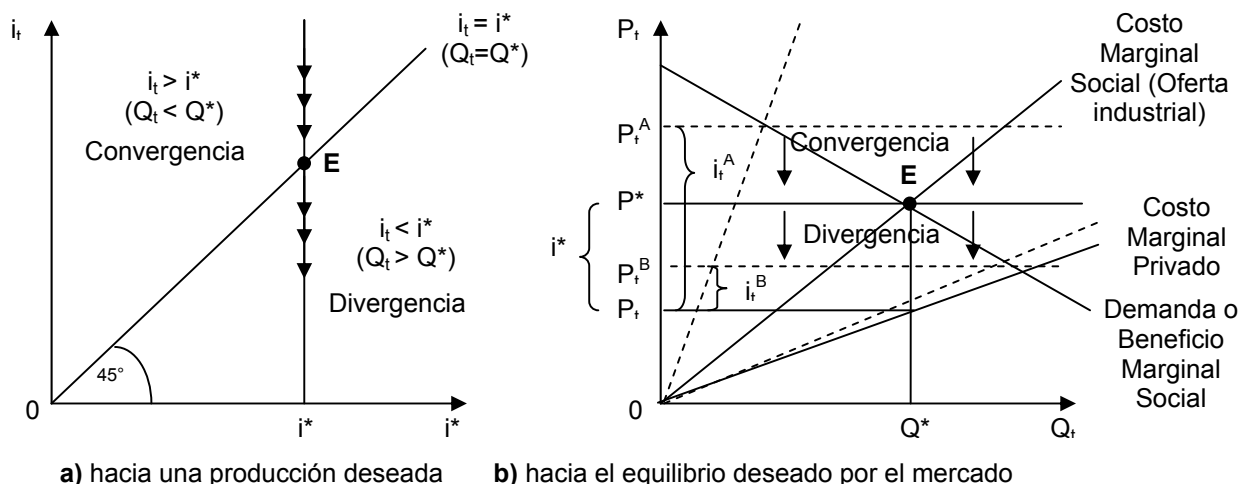
Adicionalmente, una vez asimilado el factor de sesgo y cualquier contingencia u evento adicional transmitido sobre la estabilidad de la decisión de política ambiental, se alcanzó la función de reacción discrecional de la autoridad. La inestabilidad de corto plazo de la relación entre cuota de producción y tasa impositiva, es decir, presencia de contingencias o choques aleatorios, tiene incidencia tanto en la reacción de la autoridad ambiental como en el nivel de producción dirigido a la economía.

Basado en este esquema optimizador, se puede esperar que algún choque adicional positivo (por ejemplo, noticias favorables e inesperadas sobre indicadores ambientales de economías vecinas), provoque la decisión de reducir la tasa impositiva por unidad de producto contaminante. Ante ese mismo evento, la oferta industrial tiende a ser mayor y, asumiendo constante la cuota de producto socialmente deseada, la razón entre el nivel de producto optimizador y el socialmente deseado aumentará (con  $q_t - q^* = \ln(Q_t/Q^*)$ ). Lo anterior tiene repercusiones ambiguas sobre la convergencia del modelo dependiendo del nivel inicial de la tasa impositiva promedio.

Desde este punto de vista, la convergencia del modelo se puede entender como la tendencia hacia una mayor estabilidad dada por la capacidad que manifiesta la tasa impositiva y la cuota de producción industrial para ajustarse a sus niveles socialmente deseados ante la incidencia de algún evento o choque aleatorio; la coincidencia de los niveles deseados con sus valores por reacción representa el equilibrio socialmente deseado del modelo. Por su parte, cuando el evento aleatorio aleja la decisión discrecional y de producción industrial de lo socialmente deseado existe divergencia en el modelo.

Ante el choque positivo (noticias favorables) que repercute sobre la estabilidad de las políticas a emprender, la Figura 2 muestra las zonas de convergencia que aseguran las condiciones hacia la estabilidad del modelo.

**Figura 2. Condiciones de convergencia ante la situación impositiva con choques positivos ( $\epsilon_t > 0$ ) sobre la estabilidad de la política ambiental.**



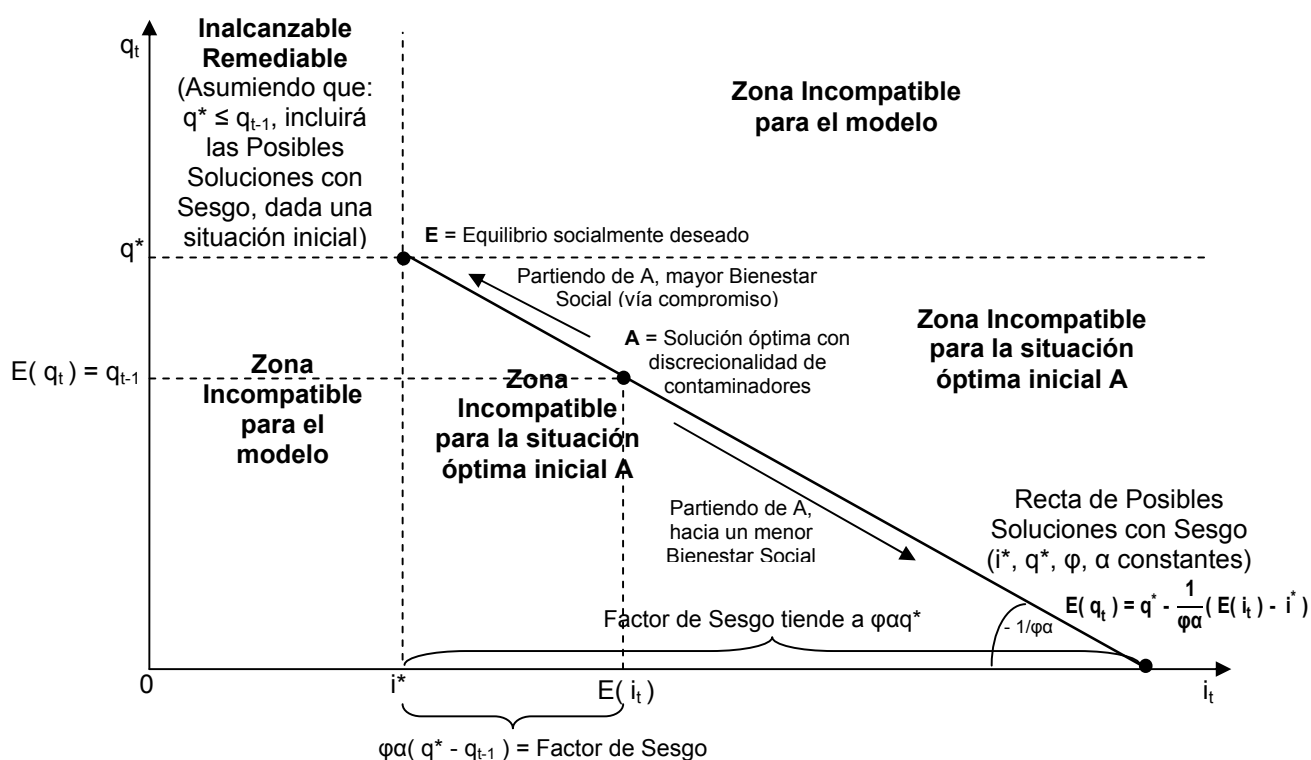
En el caso **a)**, la convergencia del modelo requiere que la autoridad ambiental minimice discrecionalmente la pérdida de bienestar social partiendo de una tasa impositiva por producto contaminante mayor a la socialmente deseada; caso contrario, el evento provocará una reacción que aleja la libre optimización de los requerimientos de la sociedad, en detrimento del bienestar. Si al momento de darse las noticias favorables la tasa impositiva catalogada como óptima supera a la deseada, la autoridad ambiental reaccionará reduciendo las presiones tributarias a las industrias contaminantes, lo que incentiva la oferta industrial para cumplir con las condiciones deseadas por el mercado. En cambio, si al momento del choque positivo la tasa óptima está por debajo de la deseada, la autoridad ambiental reacciona de igual forma pero se genera una contaminación industrial por encima de lo socialmente tolerable.

En el caso **b)**, se plantea otra forma de ver este punto. En el mercado agregado, la autoridad ambiental debe haber establecido una tasa impositiva ( $i_t^A$ ) mayor a la socialmente deseada tal que el precio del producto contaminante ( $P_t^A$ ) supere lo deseado (con  $P_t^A = P_t + i_t^A$ ) al momento del choque positivo; luego, el proceso optimizador compensa en cierta medida el factor de sesgo, siendo un modelo convergente hacia el equilibrio deseado. Si las noticias favorables se dan cuando las industrias enfrentan una tasa impositiva ( $i_t^B$ ) menor a la deseada, el bienestar social se verá reducido por la mayor oferta de producto contaminante aún cuando su precio sea menor al deseado (con  $P_t^B = P_t + i_t^B$ )<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> En ambos casos, el análisis opuesto puede realizarse: Ante un ruido negativo para la economía (por ejemplo, noticias desfavorables e inesperadas sobre indicadores ambientales de economías vecinas, o alguna catástrofe  
Revista Atlántica de Economía – Volumen 1 - 2012

La Figura 3 extiende el análisis y engloba algunos resultados claves<sup>13</sup>. Dado el proceso discrecional, se distinguen las áreas de no solución del modelo y de posibles soluciones con sesgo instrumental (distintas combinaciones de tasa impositiva y producción industrial contaminante promedio compatibles con el resultado del modelo).

**Figura 3. Zonas de incompatibilidad, soluciones óptimas con sesgo e incidencia sobre el bienestar social dada la optimización discrecional de la autoridad ambiental.**



Las denominadas zonas incompatibles para el modelo representan las regiones de no solución, es decir, combinaciones de tasa impositiva y producción industrial contaminante promedio que son irremediablemente inalcanzables por la autoridad ambiental.

natural con impacto hacia el largo plazo), las zonas de convergencia pasan a ser de divergencia y viceversa, al tiempo que el sentido del ajuste hacia el equilibrio es contrario.

<sup>13</sup> Para facilitar el análisis, se tendrá presente que  $q_t = \ln(Q_t)$ ; así,  $E(q_t) = E(\ln(Q_t))$ . En sentido estricto, todo aumento absoluto en la cuota de producción de los contaminadores sería igual a un incremento en su logaritmo, aumentándose en definitiva, más no en la misma magnitud,  $E(q_t)$ . La interpretación no contempla un estudio entre magnitudes, por lo que para simplificar no debe haber inconveniente en referir el análisis a cambios en el nivel de producción en términos absolutos.

Según la estructura del modelo, se puede afirmar que con una producción esperada menor a la deseada por las condiciones y exigencias del mercado, la autoridad ambiental no podrá minimizar la pérdida social fijando una tasa impositiva promedio menor a la socialmente deseada buscando reducir la polución. Esto es evidente al tiempo que la sociedad pondere en mayor medida la necesidad de producción industrial para el devenir económico. Una tasa impositiva menor a la deseada motiva tanto la oferta industrial, vía reducción general del costo marginal social, como la demanda industrial, vía disminución del precio por producto contaminante, por lo que esperar una producción contaminante menor a la deseada es incongruente (ver Figura 2 y 3). Por otro lado, si la sociedad pondera en mayor medida el efecto nocivo de la producción industrial, se puede esperar que la fijación de la tasa impositiva promedio sea mayor a lo deseado y que la producción industrial no supere lo exigido por el mercado.

Ahora bien, inicialmente se asume que la sociedad forma sus expectativas racionalmente sobre la tasa impositiva promedio, no obstante, esperan una reacción rezagada del nivel de producción exigiendo al menos que sea igual al del período previo para mantener el margen de rentabilidad industrial en una economía con necesidades del producto ( $q^* \geq q_{t-1}$ ). En adición, dado que cualquier efecto por cambios en la tasa impositiva tiene una respuesta vía producción, es decir, la reducción de la contaminación puede conseguirse a través de la política ambiental, la autoridad libre y competente tiene incentivos para dar una sorpresa ambiental y, con escenario racional, se verifica un factor de sesgo sobre la tasa impositiva.

Bajo este esquema, el punto A indica el resultado con sesgo que minimiza la pérdida social en la libre elección de la tasa impositiva por producto contaminante. La autoridad ambiental busca alcanzar la combinación de tasa impositiva y producto industrial contaminante socialmente deseada, sin embargo, la falta de algún acuerdo en la consecución de las políticas ambientales (representado en las motivaciones para violar los anuncios de política con expectativas impositivas racionales) genera una mayor tasa a la deseada, una producción menor a la deseada y, en definitiva, un bienestar social menor al deseado por la economía. Luego, escogido momentáneamente ese punto A (*ceteris paribus*  $i^*$ ,  $q^*$ ,  $\varphi$ ,  $\alpha$ ), se hace incompatible cualquier otra combinación entre impuesto y producción que no se encuentre sobre la recta de posibles soluciones con sesgo.

Partiendo de A, alcanzar el equilibrio socialmente deseado implica ir hacia un mayor bienestar social. Esto se consigue para todo momento, eliminando el factor de sesgo sobre la tasa impositiva. Para ello, es necesario entablar un compromiso sobre las expectativas impositivas, es decir, manejar el criterio de una solución cooperativa donde el ente ambiental se comprometa a aplicar la política óptima en cada período, con una visión de largo plazo, y la sociedad forme sus expectativas sobre la tasa impositiva promedio en correspondencia con el compromiso<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> En el campo monetario, eliminar el sesgo inflacionario de la política discrecional requiere llevar adelante un régimen monetario óptimo que mantenga la capacidad de la autoridad para reaccionar de forma socialmente eficiente ante choques aleatorios que afecten el producto, es decir, que la autoridad monetaria siga una regla monetaria. En  
Revista Atlántica de Economía – Volumen 1 - 2012

Por último, cabe señalar que el supuesto que se tenga sobre la relación entre  $q^*$  y  $q_{t-1}$  podría habilitar, he allí lo remediable, lo que en principio se denomina como zona inalcanzable. Si se parte de asumir que en cada período la sociedad desea menos producción que la generada en el período inmediatamente anterior ( $q^* \leq q_{t-1}$ ), por ejemplo, surge en el mercado la comercialización de un producto industrial sustituto no contaminante, la zona inicialmente inalcanzable se podría alcanzar y la recta de posibles soluciones con sesgo se ubicaría en esa región habilitada. En este caso, la búsqueda del bienestar social requeriría la reducción de la producción industrial contaminante a través del aumento de la tasa impositiva promedio.

#### 4.- Consideraciones finales

En la actualidad, los argumentos que reclaman la necesidad de conservar el medio ambiente y alcanzar la sostenibilidad ambiental se hacen incuestionables, siendo cada vez más las investigaciones que reflexionan sobre las causas del deterioro ambiental y su efecto sobre el bienestar social. Una interesante alternativa a los distintos estudios propuestos involucra el problema de inconsistencia dinámica, formulada inicialmente en el campo monetario, al estudiar las implicaciones de políticas ambientales planeadas y ejecutadas sobre el bienestar social. Este trabajo se encamina por esa vía, exponiendo un enfoque innovador ante un intento por ampliar los análisis sobre el desempeño estable de las políticas ambientales.

Se plantea un modelo basado en una función de pérdida de bienestar social que una autoridad, con un claro objetivo de sanidad ambiental (posiblemente un Ministerio de Medio Ambiente), busca minimizar. Para ello, la autoridad tiene bajo su libre control una tasa impositiva promedio por producto industrial contaminante, con la cual interactúa con la sociedad para alcanzar una combinación tasa impositiva-producción industrial que genere la menor pérdida de bienestar.

A fin de evaluar la presencia de inconsistencia dinámica, se asume que la sociedad conoce plenamente el modo de actuar de la autoridad ambiental y, en correspondencia, establece sus expectativas sobre la tasa impositiva (siendo información primaria en la optimización). Además, no se descarta que durante el proceso de optimización la autoridad también reaccione ante eventos exógenos aleatorios favorables o no (por ejemplo, noticias positivas, o negativas, e inesperadas sobre indicadores

---

este caso, se mantiene la analogía y una manera de eliminar el factor de sesgo generado sobre la tasa impositiva resultante requiere que la autoridad ambiental siga una especie de regla ambiental (que exprese el compromiso sobre las expectativas impositivas de la sociedad). El estudio sobre la formulación de expectativas ambientales y la optimización por actuación consensuada en conservación ambiental se aleja del objetivo central de esta investigación. Sin embargo, no deja de ser un tema interesante e importante que debe ser considerado en futuros estudios.



ambientales de economías vecinas), que pongan en entredicho la estabilidad de corto plazo en la relación entre el impuesto y la producción industrial.

Considerando los resultados del modelo, se confirma la inconsistencia dinámica. A favor del medio ambiente, la autoridad está tentada a desviarse de la política anunciada y sorprender a la sociedad con una mayor tasa impositiva a la prevista para reducir la producción industrial contaminante más allá de lo esperado y, al mismo tiempo, captar mayores recursos fiscales. Con un escenario racional sobre la tasa, la sociedad no puede ser sorprendida y ajusta al alza su expectativa impositiva, creando inestabilidad de corto plazo y generando un sesgo instrumental (tasa impositiva superior a la socialmente deseada). Dicho sesgo lo paga inútilmente la sociedad pues no se consigue reducir la producción promedio más allá del nivel inicialmente esperado.

Por otro lado, la estabilidad y convergencia del modelo también tuvo su cuota de análisis. De darse algún evento aleatorio favorable (noticia favorable), sobre la estabilidad de las decisiones de política ambiental, se puede esperar la reducción de la presión tributaria a las industrias, lo que terminaría por incentivar la oferta industrial. Ante esa noticia, para que el modelo converja hacia un equilibrio social deseado la autoridad ambiental debe minimizar la pérdida de bienestar colocando la tasa impositiva por encima de lo socialmente deseado; en caso contrario, se complementa el sesgo y la actuación de política traerá consigo una polución industrial más allá de lo socialmente tolerable. A su vez, las distintas combinaciones entre tasa impositiva y cuota de producción se expresaron en una llamada recta de inconsistencia temporal, identificándose las posibles soluciones del modelo ante el escenario de discrecionalidad. Los resultados sugieren que un menor nivel de producción industrial esperado implica un mayor factor de sesgo en la tasa impositiva y, por consiguiente, una disminución del bienestar social.

En definitiva, para alcanzar un mayor bienestar se requiere revisar la formulación de las expectativas impositivas. Como opción, se plantea un arreglo óptimo entre los actores de la sociedad, donde la expectativa no sea variable predeterminada. Se debe entablar una solución cooperativa donde la autoridad ambiental se comprometa a aplicar la política óptima en cada período, con una visión de largo plazo, y la sociedad forme sus expectativas acorde con el compromiso. Manteniendo la analogía con el tema monetario, en este caso, el sesgo sobre la tasa impositiva se puede eliminar en la medida que la autoridad siga una especie de regla ambiental que exprese el compromiso sobre las expectativas impositivas de la sociedad; de esta manera, la producción industrial cumplirá íntegramente con lo deseado por el mercado y el bienestar social aumentaría.

## Bibliografía

- BARR, Stewart. "Strategies for sustainability: Citizen and responsible environmental behavior". *Area*. 2003, vol. 35, n. 3, p. 227-240.
- BENTHAM, Graham. "Public satisfaction and social, economic and environmental conditions in the counties of England". *Transactions of the Institute of British Geographers New Series*. 1986, vol. 11, n. 1, p. 27-36.
- BRÄNNLUND, Runar y KRISTRÖM, Bengt. "Welfare measurement in single and multimarket models: Theory and application". *American Journal of Agricultural Economics*. 1996, vol. 78, n. 1, p. 157-165. New York: Oxford University Press.
- BUSCH, Per-Olof; JÖRGENS, Helge y TEWS, Kerstin. "The global diffusion of regulatory instruments: The making of a new international environmental regime". *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, The rise of regulatory capitalism: The global diffusion of a new order. 2005, vol. 598, p. 146-167.
- FISCHER, Stanley. "Rules versus discretion in monetary policy". En: FRIEDMAN, B. M., y Hahn, F. H. (comp.), *Handbook of Monetary Economics*, 1990, vol. 2, Chapter 21, p. 1155-1184. Elsevier Science Publishers B. V.
- GOPINATH, Munisamy y WU, JunJie. Environmental externalities and the optimal level of market power. *American Journal of Agricultural Economics*. 1999, vol. 81, n. 4, p. 825-833. New York: Oxford University Press.
- GOWDY, John M. "The revolution in welfare economics and its implications for environmental valuation and policy". *Land Economics*. 2004, vol. 80, n. 2, p. 239-257.
- HAHN, Robert W. y STAVINS, Robert N. "Economic incentives for environmental protection: Integrating theory and practice". *CSIA Discussion Paper* 91-15. 1991, Kennedy School of Government, Harvard University.
- HARRINGTON, Winston y MORGENSTERN, Richard. "Economic incentives versus command and control: What's the best approach for solving environmental problems?". *Resources Fall/Winter*. 2004, vol. 152.
- HOEHN, John. "Valuing the multidimensional impacts of environmental policy: Theory and methods". *American Journal of Agricultural Economics*. 1991, vol. 73, n. 2, p. 289-299. New York: Oxford University Press.

- ISLAM, Sardar M. N. y CLARKE, Matthew. "The relationship between economic development and social welfare: A new adjusted GDP measure of welfare". *Social Indicators Research*. 2002, vol. 57, n. 2, p. 201-228.
- JOHNSON, Harry. "The cost of protection and the scientific tariff". *The Journal of Political Economy*. 1960, vol. 68, n. 4, p. 327-345. Chicago: The University of Chicago Press.
- JORGENSON, Dale y WILCOXEN, Peter. "Environmental regulation and U.S. economic growth". *RAND Journal of Economics*. 1990, vol. 21, n. 2, p. 314-340.
- KYDLAND, Finn y PRESCOTT, Edward. "Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans". *The Journal of Political Economy*. 1977, vol. 85, n. 3, p. 473-492. Chicago: The University of Chicago Press.
- MICKWITZ, Per. "A framework for evaluating environmental policy instruments: Context and key concepts". *Evaluation*. 2003, vol. 9, n. 4, p. 415-436.
- MUÑOZ, Rafael. "Regímenes monetarios alternativos". *Temas de Coyuntura*. 1997, vol. 35, p. 49-79. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- ROMER, David. "*Macroeconomía avanzada*". 3ra. ed., 2006, Madrid: Editorial McGraw-Hill.
- SMITH, V. Kerry y KRUTILLA, John. "Resource and environmental constraints to growth". *American Journal of Agricultural Economics*. 1979, vol. 61, n. 3, p. 395-408. New York: Oxford University Press.
- TATA, Robert J. y SCHULTZ, Ronald. "World variation in human welfare: A new index of development status". *Annals of the Association of American Geographers*. 1988, vol. 78, n. 4, p. 580-593.
- TIETENBERG, Thomas H. "Economic instruments for environmental regulation". *Oxford Review of Economic Policy*. 1990, vol. 6, n. 1, p. 17-33. New York: Oxford University Press.
- WHITFORD, Andrew y WONG, Karen. "Political and social foundations for environmental sustainability". *Political Research Quarterly*. 2009, vol. 62, n. 1, p. 190-204.