



**TÍTULO DE LA COMUNICACIÓN:** “Aplicación de la inferencia causal estadística en la evaluación del Impuesto de Emisiones de Gases a la Atmósfera de la región de Andalucía. Una aproximación.”

**AUTOR 1:** DR. D. JOSÉ MANUEL CANSINO MUÑOZ-REPISO

**Email:** [jmcansino@us.es](mailto:jmcansino@us.es)

**AUTOR 2:** DR. D. ANTONIO SÁNCHEZ BRAZA

**Email:** [asb@us.es](mailto:asb@us.es)

**AUTOR 3:** INMACULADA LARRAD SABIDO

**Email:** [ilarrad@gmail.com](mailto:ilarrad@gmail.com)

**DEPARTAMENTO:** ANALISIS ECONÓMICO Y ECONOMÍA POLÍTICA

**UNIVERSIDAD:** UNIVERSIDAD DE SEVILLA

**ÁREA TEMÁTICA:** *ENERGÍA, SOSTENIBILIDAD, RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE.*

**RESUMEN:** *La inferencia causal estadística ha sido ampliamente desarrollada en la evaluación de políticas públicas. El marco teórico general descansa en la comparación de una o varias variables respuesta en un grupo de individuos expuestos al tratamiento (grupo de tratamiento) y en un grupo de individuos que se han mantenido al margen de dicha política (grupo de control).*

*En algunas regiones como la de Andalucía se han introducido una serie de tributos propios de tipo pigouviano con el objetivo de promover la protección del medio ambiente.*

*Uno de esos tributos es el Impuesto de Emisiones de Gases a la Atmósfera, que grava las emisiones a la atmósfera de los gases Dióxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno y Óxidos de Azufre. El Dióxido de Carbono es uno de los principales gases responsable del Efecto Invernadero y los Óxidos de Nitrógeno junto con los Óxidos de Azufre son causantes de la acidificación del medio y generando la conocida y perniciosa lluvia ácida. Los efectos nocivos de dichos gases justifica el estudio en profundidad de la eficacia de la política pública en la reducción de las emisiones de dichos gases. El presente paper, hace un recorrido por el marco teórico que soportaría una evaluación del Impuesto de Emisiones de Gases a la Atmósfera mediante el uso de técnicas basadas en la Inferencia Causal Estadística.*

**PALABRAS CLAVE:** *Inferencia Causal Estadística. Impuestos Pigouvianos.*

## 1. Introducción

En algunas regiones españolas se han establecido en los últimos años una serie de tributos propios de tipo pigouviano con el objetivo de promover la protección ambiental. Uno de esos tributos es el Impuesto de Emisiones de Gases a la Atmósfera (IEGA) que grava las emisiones a la atmósfera de los gases dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>). El dióxido de carbono es uno de los principales gases responsable del efecto invernadero y los óxidos de nitrógeno, junto con los óxidos de azufre, son causantes de fenómenos de acidificación del medio, generando la conocida y perniciosa lluvia ácida. Adicionalmente, los óxidos de nitrógeno son agentes precursores de ozono y eutrofizantes.

En el ámbito público, las investigaciones orientadas a evaluar económicamente las políticas públicas pueden ser un instrumento de gran utilidad para los decisores públicos (Cansino y Román, 2007). Por ello, durante el último tercio del siglo XX ha ido configurándose una considerable literatura en este ámbito.

Diferentes metodologías cuantitativas han sido aplicadas a la evaluación económica de políticas públicas, una de ellas ha sido la inferencia causal estadística. Metodología que no sólo ha sido empleada en la evaluación de políticas públicas, sino que cuenta con un desarrollo muy relevante en diferentes campos científicos como la epidemiología, la criminología y la planificación urbanística. Las primeras investigaciones utilizando esta metodología pertenecen al campo de la Medicina, destacando entre ellos a Cameron y Pauling (1976) y Cochran (1968). Un desarrollo muy amplio sobre evaluación de políticas públicas de empleo se desarrolla en los trabajos realizados en Estados Unidos por Card y Sullivan (1988) y Mansky y Garfinkel (1992), el realizado en Francia por Bonnal, Fougère y Sérandon (1997), el de Park *et al.* (1996) en Canadá, los estudios de Andrews, Bradley y Upward (1999) y Blundell *et al.* (2004) en el Reino Unido, el de Bergemann, Fitzenberger y Speckesser (2002) en Alemania, los de Cansino y Sánchez Braza (2008, 2009, 2010) y los de Cueto y Mato (2006, 2008 y 2009) en España.

En la literatura especializada no se encuentran precedentes en que se utilicen metodologías basadas en la inferencia causal estadística en la evaluación de políticas

medioambientales. Este trabajo contribuye a la literatura por cuanto plantea las bases y abre el camino para evaluar una nueva tipología de políticas públicas, las políticas medioambientales, con una metodología ampliamente desarrollada, la inferencia causal estadística. La utilidad de esta investigación es evidente dada la relevancia que tiene para los diseñadores de políticas públicas y los decisores conocer la efectividad que de ellas se obtiene en función de sus objetivos y finalidad.

La importancia de la investigación está avalada por las graves consecuencias que conlleva las emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>, consecuencias de dimensión transfronteriza y global.

El objetivo de la presente investigación es ver si es posible evaluar la eficacia del IEGA en el logro de sus fines utilizando técnicas basadas en la inferencia causal estadística.

El artículo se estructura en cuatro apartados, siendo el primero de ellos la introducción y objetivos. En el apartado 2, se describe la política pública a evaluar, el impuesto de emisiones de gases a la atmósfera de Andalucía (IEGA). En el apartado 3, se describe la metodología a utilizar en la evaluación del IEGA, para finalmente en el apartado 4, resumir las principales conclusiones obtenidas de la presente investigación.

## **2. Impuestos pigouvianos sobre la emisión de gases a la atmósfera.**

### **2.1. Fundamento teórico de los impuestos ambientales.**

El deterioro del medio ambiente genera una preocupación que tiene connotaciones, locales, regionales, nacionales e internacionales. Numerosas disciplinas científicas afrontan el tema desde distintos puntos de vista, entre ellas, la Teoría Económica. La contaminación industrial es tratada por la Teoría Económica como una externalidad negativa asociada al desarrollo y a la producción industrial, el primer tratamiento sistemático de las externalidades lo realiza Pigou (1920), y en base a su obra, surgen numerosos estudios en el campo de la fiscalidad medioambiental durante la segunda mitad del siglo XX, pero es a partir de la década de los sesenta cuando la preocupación de la economía por abordar y dar soluciones a los problemas medioambientales se hace

más palpable, siendo en las décadas posteriores cuando se implantan toda una serie de herramientas encaminadas a solventar dicha problemática<sup>1</sup>.

Desde el prisma de la Teoría Económica, el primer teorema de la Economía del Bienestar demuestra que la eficiencia se consigue cuando el precio se iguala al coste marginal social. En este contexto, las externalidades son una ineficiencia, ya que quedan excluidos del precio, los beneficios o costes sociales generados. Viladrich (2004) afirma que “el concepto de externalidades ha sido el principio vertebrador de la teoría de la regulación medioambiental”. El tratamiento de las externalidades por la Teoría Económica ha seguido dos enfoques distintos a partir de los trabajos de Pigou (1920) y Coase (1960). El primer acercamiento al concepto de externalidad lo establece Marshall en *Principles of Economics* (1860), pero fue Pigou (1920) quien definió claramente las externalidades como las situaciones en las cuales el producto marginal social difiere del producto marginal privado. Pigou (1920) fue más allá, y planteó que las industrias con costes marginales sociales superiores a los privados, deberían pagar un impuesto por unidad de efecto externo que se generara. El impuesto debería igualar al coste marginal externo producido. Pigou (1920) justifica así la intervención del sector público en la economía, dando origen a una tipología de impuestos que buscan corregir una externalidad y que se denominan impuestos pigouvianos.

Coase (1960), afirmó que “si los factores de producción son considerados como derechos, llegará a ser fácil comprender que el derecho para hacer algo que tenga un efecto dañino es también un factor de producción”, así propone internalizar los costes de las externalidades como un factor de producción más, creando unos derechos de propiedad bien definidos. En este caso se crearía un mercado de compra-venta de derechos. Sería este mercado el que regularía el coste de los derechos de emisión.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Una descripción detallada de las principales aportaciones de la teoría de la regulación ambiental, desde los años sesenta hasta los noventa, se puede consultar en Viladrich (2004).

<sup>2</sup> Siguiendo la teoría de Coase, Dales (1968) sugiere la creación de mercados de licencias negociables para los bienes medioambientales y Montgomery (1972), mantiene que la compra-venta de las licencias determinaría un precio de equilibrio para las licencias que incentivaría el control de emisiones. Montgomery (1972) definió las características que deberían cumplir dichas licencias. Una prolífica literatura científica posterior ha seguido estudiando los mercados de licencias negociables aplicados al medio ambiente.

La contaminación medioambiental es un claro ejemplo de efecto externo negativo. Impuestos ambientales y la regulación de los derechos de contaminación son las dos soluciones que la Teoría Económica ofrece para solventar la ineficiencia que supone los efectos externos en forma de contaminación.

Este artículo se ubica en el primer tipo de soluciones. Con frecuencia, los impuestos ambientales son impuestos pigouvianos, por cuanto internalizan la externalidad que se produce cuando un agente económico ocasiona algún perjuicio al medio ambiente. Gago y Labandeira (1997) definen tributo ambiental como “un pago obligatorio que deben realizar los agentes que emiten sustancias contaminantes, a partir o no de un determinado mínimo, siendo calculado por la aplicación de un tipo impositivo fijo o variable, a una base imponible relacionada con el nivel de descargas al medio natural”. En el análisis que realizan Gago y Labandeira (1998), consideran que un rasgo primordial de estos impuestos es su naturaleza extrafiscal, de manera que su objetivo no es meramente recaudatorio, sino que persigue reducir determinados efectos negativos sobre el medioambiente estableciendo una relación estrecha entre la base imponible del impuesto y los impactos negativos que se quieren evitar o reducir.

## **2.2. Fiscalidad Autonómica sobre las emisiones contaminantes de gases a la atmósfera.**

En el caso concreto de la fiscalidad sobre las emisiones de gases contaminantes, la fiscalidad española se limita a tributos propios de las regiones, que gravan las emisiones contaminantes producidas por las instalaciones que desarrollan su actividad industrial en sus territorios. En este marco, solo algunas regiones hasta la fecha han tomado la decisión de implantar este tipo de tributos.

Cinco son las regiones que han desarrollado tributos que gravan las emisiones de gases dentro de sus jurisdicciones fiscales, Galicia, Andalucía, Murcia, Aragón y Castilla-La Mancha.

La primera en establecer este tipo de imposiciones fue Galicia, con la *Ley 12/1995*<sup>3</sup>. Ésta, tal y como indica en su artículo primero, tiene como objeto contribuir a regular la utilización de los recursos naturales de Galicia, y de forma específica la emisión de sustancias contaminantes. El tributo que entró en vigor el año 1996, establece como hecho imponible la emisión a la atmósfera de las sustancias dióxido de azufre o cualquier otro compuesto oxigenado del azufre y dióxido de nitrógeno o cualquier otro compuesto oxigenado del nitrógeno.<sup>4</sup>

La segunda región en crear un tributo fue Castilla-La Mancha con la *Ley 11/2000*<sup>5</sup>, en vigor desde 2001, no obstante la *Ley 16/2005*<sup>6</sup>, derogó la anterior normativa y es la que en la actualidad regula el impuesto medioambiental. Así, en el artículo 1 de la *Ley 16/2005*, se establecen el objeto del impuesto, de manera que grava la contaminación y los riesgos que sobre el medio ambiente ocasiona la realización de determinadas actividades, con el fin de contribuir a compensar a la sociedad el coste que soporta, y a frenar el deterioro del entorno natural. El rendimiento derivado del impuesto queda afectado en su totalidad a gastos de conservación y mejora del medio ambiente. El hecho imponible del impuesto está constituido en base a las cantidades emitidas durante el período impositivo de compuestos oxigenados del azufre (SO<sub>x</sub>) o del nitrógeno (NO<sub>x</sub>).<sup>7</sup>

---

<sup>3</sup> La legislación vigente en Galicia que regula el impuesto de emisiones a la atmósfera comprende la *Ley 12/1995 del Parlamento de Galicia, de 29 de diciembre, del impuesto sobre la contaminación atmosférica, DOG n° 249, de 30 de diciembre de 1995*, por la que se crea el impuesto y el *Decreto 29/2000 del Parlamento de Galicia, de 20 de enero, por el que se aprueba el reglamento del impuesto sobre la contaminación atmosférica, DOG n° 34 de 18 de febrero de 2000*, que regula entre otras materias, determinados aspectos de gestión y liquidación del tributo.

<sup>4</sup> La cuota tributaria se establece sumando las cantidades de los contaminantes en toneladas al año emitidas por un foco emisor. La cuota tributaria es de tipo progresivo por tramos de toneladas métricas emitidas al año de los contaminantes gravados por el impuesto.

<sup>5</sup> *Ley 11/2000 de las Cortes de Castilla-La Mancha, de 26 de diciembre, del Impuesto sobre determinadas actividades que inciden en el Medio Ambiente, DOCM n° 131 de 29 de diciembre de 2000*. Vigente desde 2001 hasta el 1 de enero de 2006.

<sup>6</sup> *Ley 16/2005, de las Cortes de Castilla-La Mancha, de 29 de diciembre, del Impuesto sobre determinadas actividades que inciden en el medio ambiente y del tipo autonómico del Impuesto sobre las Ventas Minoristas de determinados Hidrocarburos, DOCM n° 264, de 31 de diciembre de 2005*.

<sup>7</sup> La base imponible se calcula sumando las cantidades emitidas de compuestos oxigenados del azufre o del nitrógeno por todos los focos emisores de la instalación en el período impositivo, expresadas en toneladas métricas equivalentes de dióxido de azufre y de dióxido de nitrógeno, multiplicadas respectivamente por los coeficientes 1 y 1,5. La cuota tributaria es de tipo progresivo por tramos en función de la base imponible.

La siguiente región en establecer un tributo sobre las emisiones de gases a la atmósfera fue Andalucía con la *Ley 18/2003*<sup>8</sup>, vigente desde 2004. El hecho imponible establecido por el impuesto es la emisión a la atmósfera de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) u óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), que se realice desde determinadas instalaciones.<sup>9</sup>

En el año 2006 entraron en vigor tributos similares en otras dos regiones. Así Aragón y Murcia se sumaron a Galicia, Castilla La Mancha y Andalucía a la hora de gravar las emisiones de gases que se producen en su territorio.

La *Ley 13/2005*<sup>10</sup>, creó en Aragón con la categoría de tributos propios, unas nuevas figuras impositivas, denominados genéricamente como impuestos medioambientales, que gravan entre otros, la emisión de contaminantes a la atmósfera. Esta ley fue derogada posteriormente por el *Decreto Legislativo 1/2007*<sup>11</sup>, que es la normativa que en la actualidad regula el impuesto sobre emisiones de gases a la atmósfera. Este tributo sobre el daño medioambiental causado por la emisión de contaminantes a la atmósfera, tiene por objeto gravar la concreta capacidad económica que se manifiesta en la realización de determinadas actividades que emiten grandes cantidades de sustancias contaminantes a la atmósfera, como consecuencia de su incidencia negativa en el entorno natural de la región de Aragón. Constituye el hecho imponible del impuesto, la emisión a la atmósfera de las sustancias contaminantes óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por las instalaciones contaminantes.<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> *Ley 18/2003 del Parlamento de Andalucía, de 29 de diciembre, por la que se aprueban medidas fiscales y administrativas, BOJA n° 251, de 31 de diciembre de 2003.*

<sup>9</sup> La base imponible se obtiene sumando las unidades contaminantes que se han emitido de cada uno de los gases. Para calcular las unidades contaminantes habrá de dividirse la cantidad total de cada sustancia emitida por un valor de referencia. Así, el valor de referencia para el CO<sub>2</sub> es de 200.000 toneladas al año, el valor de referencia para el NO<sub>x</sub> es de 100 toneladas al año, el valor de referencia para el SO<sub>x</sub> es de 150 toneladas al año. La cuota tributaria es de tipo progresivo por tramos en función de las unidades contaminantes que sumadas dan lugar a la base imponible.

<sup>10</sup> *Ley 13/2005 de Las Cortes de Aragón, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas en materia de Tributos Cedidos y Tributos Propios de la Comunidad Autónoma de Aragón, BOA n° 154, de 31 de diciembre de 2005.*

<sup>11</sup> *Decreto Legislativo 1/2007 del Gobierno de Aragón, de 18 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Legislación sobre los impuestos medioambientales de la Comunidad Autónoma de Aragón, BOA n° 117, de 3 de octubre de 2007.*

<sup>12</sup> La base imponible del impuesto se calcula a partir de las cantidades emitidas a la atmósfera de cada una de las sustancias contaminantes y por una misma instalación contaminante, durante el período impositivo correspondiente, expresando las cantidades emitidas de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) en toneladas al año, las



En Murcia con la *Ley 9/2005*<sup>13</sup>, se creó una serie de tributos medioambientales con la finalidad de protección del medio ambiente, entre ellos se encuentra el impuesto por emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, el cual entra en vigor en 2006. El objeto del mismo, es gravar aquellas instalaciones industriales contaminantes incluidas en la ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación. Constituye el hecho imponible todas las emisiones a la atmósfera de los gases dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH<sub>3</sub>).<sup>14</sup>

A partir de la Tabla 1 se observa la disparidad en la regulación autonómica en materia de tributos sobre las emisiones de gases. Únicamente cinco regiones han tomado la determinación de implantar esta serie de tributos y cada región ha articulado los tributos con características propias.

Los óxidos de nitrógeno y los óxidos de azufre están gravados en todas las regiones con tributos de esta naturaleza, sin embargo el dióxido de carbono está gravado únicamente en la región andaluza y en la de Aragón. En Murcia además de los óxidos de nitrógeno y los óxidos de azufre, se gravan las emisiones de amoníaco y de compuestos orgánicos volátiles.

Si contrastamos la forma de estimar la base imponible, existe una gran disparidad pues no nos encontramos dos regiones que definan la base imponible de forma idéntica. Sin embargo, sí nos encontramos más homogeneidad a la hora de establecer el tipo de gravamen, de manera que en todos los casos es progresivo por tramos excepto en Aragón que es de tipo proporcional.

La Tabla 1 resume la fiscalidad medioambiental en vigor.

---

cantidades emitidas de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) en toneladas al año y las cantidades emitidas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en kilotoneladas al año. La cuota tributaria es proporcional a las cantidades emitidas de contaminantes, de forma que se establece una cantidad única por kilotonelada de CO<sub>2</sub> y una cantidad única por tonelada de SO<sub>x</sub> o NO<sub>x</sub>.

<sup>13</sup> *Ley 9/2005 de la Asamblea Regional de la Región de Murcia, de 29 de diciembre, de Medidas Tributarias en materia de Tributos Cedidos y Tributos Propios año 2006.*

<sup>14</sup> La cuantía de la carga contaminante, viene determinada por la suma de las unidades contaminantes de todas las sustancias emitidas desde una misma instalación industrial. Las unidades contaminantes se obtienen como resultado de dividir la cantidad total de cada sustancia emitida en el período impositivo, expresada en toneladas al año, entre la cifra fijada para cada una de ellas como valor de referencia. La cuota tributaria es de tipo progresivo por tramos en función de las unidades contaminantes que sumadas dan lugar a la base imponible.

**Tabla 1. Tributación regional de las emisiones de gases a la atmósfera en España.**

REGIÓN	IMPUESTO EMISIONES	AÑO ENTRA EN VIGOR	HECHO IMPONIBLE: GASES EMITIDOS					CALCULO BASE IMPONIBLE	CUOTA INTEGRAL
			CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub> /SO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	COV		
ANDALUCIA	Ley 18/2003	2004	SI	SI	SI			Suma unidades contaminantes anuales	Progresiva por tramos
GALICIA	Ley 16/1995	1996		SI	SI			Suma toneladas anuales	Progresiva por tramos
ASTURIAS	Ausente								
CANTABRIA	Ausente								
NAVARRA	Ausente								
PAIS VASCO	Ausente								
ARAGÓN	Ley 13/2005 y D. L. 1/2007	2006	SI	SI	SI			toneladas de SO <sub>x</sub> , toneladas de NO <sub>x</sub> kilotoneladas de CO <sub>2</sub>	Proporcional a t de SO <sub>x</sub> y t de NO <sub>x</sub> Proporcional a kt de CO <sub>2</sub>
CATALUÑA	Ausente								
C. VALENCIANA	Ausente								
MURCIA	Ley 9/2005	2006		SI	SI	SI	SI	Suma unidades contaminantes anuales	Progresiva por tramos
CASTILLA Y LEON	Ausente								
CASTILLA-LA MANCHA	Ley 11/2000 y Ley 16/2005	2001		SI	SI			Suma de toneladas anuales ponderadas (Factor ponderación: 1 para SO <sub>2</sub> y 1,5 para NO <sub>x</sub> )	Progresiva por tramos
C. MADRID	Ausente								
EXTREMADURA	Ausente								
I. BALEARES	Ausente								
I. CANARIAS	Ausente								
LA RIOJA	Ausente								
CEUTA	Ausente								
MELILLA	Ausente								

Fuente. Elaboración propia a partir de la legislación tributaria. Última actualización 23 de junio de 2010.

### 2.3. El Impuesto de Emisiones de Gases a la Atmósfera (IEGA) en Andalucía.

En Andalucía con la *Ley 18/2003*, se crearon un conjunto de tributos propios denominados Impuestos Ecológicos. En conjunto son cuatro tributos que gravan las emisiones de gases a la atmósfera (IEGA), los vertidos a las aguas litorales, el depósito de residuos radiactivos y el depósito de residuos peligrosos. En la Exposición de

Motivos de la normativa se indica que “como medios complementarios para coadyuvar a la protección y defensa del medio ambiente, las medidas en materia de fiscalidad ecológica incluyen un abanico de figuras impositivas con la finalidad de estimular e incentivar comportamientos más respetuosos con el entorno natural. Asimismo, la recaudación que proporciona esta clase de mecanismos compensará el impacto en los recursos naturales que originan las conductas humanas, contribuyendo, de este modo, a sufragar las acciones incluidas en las políticas medioambientales concretas”. Esta declaración de intenciones confirma el carácter pigouviano con el cual nacen esta serie de tributos ya que se crean para compensar la externalidad que supone un daño causado al medio ambiente y la recaudación se deberá emplear en su restauración.

El IEGA, en concreto, viene regulado por los artículos 21 a 38 de la *Ley 18/2003*. La Tabla 2 contiene alguno de los aspectos más relevantes del impuesto.

El IEGA incide sobre las emisiones de los gases dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) u óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), que se realice desde determinadas instalaciones<sup>15</sup>.

Las emisiones industriales de los gases CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>, en la mayoría de los casos se deben a procesos de combustión de combustibles fósiles, entre los que destacamos el petróleo, el carbón y el gas natural.

El impacto ambiental ocasionado por el CO<sub>2</sub> es uno de los más preocupantes en la actualidad dado el carácter global de sus efectos perniciosos<sup>16</sup>. Los NO<sub>x</sub> y los SO<sub>x</sub>, son agentes acidificadores ocasionando la acidificación del medio y son el origen de la lluvia ácida. Adicionalmente, los NO<sub>x</sub> son a su vez agentes precursores del ozono, ya que al combinarse con otros contaminantes atmosféricos influye en las reacciones de formación de ozono en la superficie de la tierra provocando el *smog fotoquímico*<sup>17</sup> perjudicando a la salud humana y al medio ambiente. Otro efecto pernicioso adicional

---

<sup>15</sup> En el artículo 22 de la *Ley 18/2003*, se define instalación como cualquier unidad técnica fija en donde se desarrollen una o más de las actividades industriales enumeradas en el anejo 1 de la *Ley 16/2002*, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, así como cualesquiera otras actividades directamente relacionadas con aquellas que guarden relación de índole técnica con las actividades llevadas a cabo en dicho lugar y puedan tener repercusión sobre las emisiones.

<sup>16</sup> Las emisiones de CO<sub>2</sub> responsables del efecto invernadero son las que más contribuyen al problema del cambio climático.

<sup>17</sup> Término anglosajón que se refiere a la mezcla de humedad y humo que se produce en invierno sobre las grandes ciudades.

se produce por los depósitos de componentes nitrogenados de la atmósfera, como el  $\text{NO}_x$ , ya que modifican los ecosistemas terrestres y acuáticos, con la consiguiente alteración de los vegetales y de la biodiversidad y ocasionando fenómenos de eutrofización.

**Tabla 2. El Impuesto de Emisiones de Gases a la Atmósfera (IEGA) en Andalucía**

<b>Características generales</b>	Impuesto ambiental sobre emisiones de gases a la atmósfera. Creado por la ley 18/2003 y en vigor desde 2004.
<b>Finalidad</b>	Incentivar conductas más respetuosas con el aire, así como la mejora de su calidad.
<b>Hecho imponible</b>	Emisiones de los gases dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) u óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ), que se realice desde determinadas instalaciones.
<b>Sujeto pasivo</b>	Personas físicas o jurídicas y las entidades sin personalidad jurídica que exploten las instalaciones en las que se desarrollen las actividades que determinan las emisiones a la atmósfera gravadas por este impuesto.
<b>Sujeto de no sujeción</b>	Las emisiones procedentes de los vertederos de todo tipo de residuos y las instalaciones destinadas a la cría intensiva de aves de corral y de cerdos.  Las emisiones de $\text{CO}_2$ procedentes de la combustión de biomasa, biocarburante o biocombustible, así como las realizadas desde instalaciones sujetas al régimen de comercio de derechos de emisiones de gases de efecto invernadero en exceso respecto a sus asignaciones individuales.
<b>Base Imponible</b>	Es la cuantía de la carga contaminante y viene determinada por la suma de las unidades contaminantes (u.c.) de todas las sustancias emitidas desde una misma instalación industrial.  Las u.c. se calculan dividiendo la cantidad total de sustancia emitida en el periodo impositivo, expresada en toneladas/año, entre una cifra fijada para cada una de ellas como valor de referencia. El valor de referencia es de 200.000 t/año para el $\text{CO}_2$ , de 100 t/año para el $\text{NO}_x$ y de 150 t/año para el $\text{SO}_x$ .
<b>Estimación de la Base Imponible</b>	Estimación directa: Realizada por el sujeto pasivo en instalaciones que incorporan monitores para la medición en continuo de las concentraciones de las sustancias emitidas y medidores de caudal. La estimación de $\text{CO}_2$ se realizará mediante balance de materia en función de los datos de consumo y características del combustible y las materias primas.  Estimación objetiva: Realizada por el sujeto pasivo cuando no sea posible la estimación directa. Se calculan las cantidades emitidas aplicando una serie de coeficientes específicos en función de la actividad industrial.  Estimación indirecta: Realizada por la administración.
<b>Mínimo exento</b>	3 unidades contaminantes
<b>Tipo Impositivo</b>	Tarifa progresiva por tramos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hasta 10 u.c.: 5.000 € por u.c.</li> <li>- Entre 10,001 y 20 u.c.: 8.000 € por u.c.</li> <li>- Entre 20,001 y 30 u.c.: 10.000 € por u.c.</li> <li>- Entre 30,001 y 50 u.c.: 12.000 € por u.c.</li> <li>- Más de 50,001 u.c.: 14.000 € por u.c.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de la normativa. Última revisión: 3 de julio de 2010.

Los compromisos adoptados por España y subsidiariamente por la región andaluza en su lucha contra el cambio climático, contra las emisiones acidificantes, precursoras del ozono y eutrofizantes, son la razón de la creación del IEGA, y su objetivo final es que las emisiones de los gases CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> se vean reducidos.

### **3. La inferencia causal estadística**

#### **3.1. Consideraciones preliminares. Definición de las variables $D$ e $Y$ .**

En el ámbito teórico, el desarrollo de estos métodos de evaluación se apoyan en el Modelo Causal de Rubin<sup>18</sup> (RCM - Rubin Causal Model), situado en el contexto de un Modelo de Resultados Potenciales (POM – Potential Outcome Model), donde las variables significativas son comparadas para el caso de observaciones de individuos tratados e individuos no tratados o de control.

En el marco de la inferencia causal estadística, consideraremos el IEGA como un tratamiento que busca causar un efecto sobre los gases contaminantes que grava. La evaluación del IEGA exigirá estimar este efecto causal. Para evaluar el efecto causal del IEGA, se define un indicador de tratamiento  $D_i$  en forma de variable binaria para cualquier individuo  $i$ -ésimo de los que pudieran verse afectados por el impuesto. Los individuos, en este caso las instalaciones industriales, serían los sujetos pasivos.

Así,  $D_i = 1$ , indicará que el individuo  $i$  es una instalación industrial que está sujeta al impuesto debido a que desarrolla su actividad contaminante en Andalucía. Si,  $D_i = 0$ , indicará que el individuo  $i$  es una instalación industrial que no está sujeta al IEGA.

Definido el indicador de tratamiento, definimos también la variable respuesta o “outcome”  $Y_i$  como la respuesta potencial de cada individuo  $i$ -ésimo ante el impuesto. Esta variable  $Y_i$  queda definida, por tanto, en términos de resultados potenciales, ya que adoptará diferentes valores en función de si el individuo es un sujeto pasivo del impuesto (entonces  $D_i = 1$  y se observará  $Y_{1i}$ ) o no (en tal caso,  $D_i = 0$  y se observará

---

<sup>18</sup> Véase Rubin, 1974, 1978.

$Y_{0i}$ ). En base a esto, es posible expresar el valor de la variable  $Y$  para el individuo  $i$ -ésimo a partir de la expresión (1).

$$Y_i = D_i \cdot Y_{1i} + (1 - D_i) \cdot Y_{0i} \quad (1)$$

Aunque en la expresión metodológica, por simplificación, se suele hacer referencia a la variable respuesta  $Y_i$  en singular, cuando los datos lo permiten, suelen tomarse conjuntamente varias variables respuestas. En tales casos, la variable  $Y_i$  no haría referencia entonces a una única respuesta o “outcome” sino a un conjunto de ellas. Tendríamos así un vector  $Y$  de variables respuestas.

### 3.2. El efecto promedio causal que produce el IEGA

La inferencia causal estadística permite evaluar la efectividad de la política pública según el efecto que provoca sobre la población. En el caso que nos ocupa, la población tratada está constituida por instalaciones industriales que desarrollan su actividad en el ámbito geográfico andaluz.

Para un individuo cualquiera de la población estudiada, este efecto se mide como la diferencia entre el valor alcanzado por la variable respuesta tras ser sometido al impuesto y el valor registrado en el caso de no haber sido sometido a dicho impuesto. Sin embargo, nos encontramos ante sucesos contrafactuales. Evidentemente, no es posible observar a la vez ambos sucesos para un mismo individuo, por lo que resulta imposible estimar efectos causales individuales. Esto da lugar al denominado por Holland (1986) como el “problema fundamental de la identificación causal”.

Lo anterior obliga a estimar efectos causales agregados. Así, el efecto promedio sobre los afectados por el impuesto, el denominado *ATET* (Average Treatment Effect on the Treated), se determinará como el valor medio esperado de la diferencia entre los resultados potenciales de los individuos tratados.

$$ATET = E [Y_1 - Y_0 \mid D = 1] \quad (2)$$

Siendo  $Y_1$  las respuestas potenciales de los individuos tratados o sujetos al impuesto e  $Y_0$  las respuestas potenciales de los individuos no tratados o no sujetos al impuesto. Así,

se podría calcular el efecto causal promedio del impuesto sobre los tratados mediante la comparación de la variable respuesta entre una instalación industrial sometida al impuesto y otra que no lo está.

### 3.3. Estudios observacionales

En otras ciencias (como por ejemplo la medicina), para la obtención de este efecto causal promedio es común recurrir a experimentos de laboratorio o experimentos aleatorios. En éstos, los individuos son asignados aleatoriamente entre los grupos tratados y de control, de manera que se de una independencia absoluta entre las respuestas potenciales y la pertenencia a un grupo u otro grupo. Esta condición es conocida como “condición de independencia” (“unconfoundedness condition”) y matemáticamente se expresa como recoge la ecuación (3):

$$(Y_1, Y_0) \perp D \quad (3)$$

Sin embargo, dadas las dificultades de aplicar en las ciencias sociales estos experimentos aleatorios o de laboratorio, los valores de las variables se obtendrán a partir de datos observacionales. Los métodos observacionales pretenden reproducir los escenarios experimentales, de manera que se garantice la independencia entre los resultados potenciales y la variable tratamiento, independencia propia de los experimentos aleatorios. De esta forma, los datos observacionales permiten la evaluación de una política pública teniendo en cuenta nuestro conocimiento institucional de la misma. Usando datos observacionales, el investigador puede diseñar un grupo de tratamiento y un grupo de control con el objetivo de reproducir en la medida de lo posible un experimento de laboratorio (Rosenbaum, 1999).

La población susceptible de verse afectada por un impuesto de las características del IEGA estará compuesta por las instalaciones industriales que emiten los gases CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>.

El grupo de tratamiento estará compuesto por los individuos afectados por el tributo. El grupo de control estará constituido por instalaciones industriales que, emitiendo los gases contaminantes que incurrir en el hecho imponible del impuesto en el mismo

periodo temporal, no se ven afectadas por tributo alguno por estar ubicadas en una región que no exige impuestos sobre las emisiones industriales de gases contaminantes.

De esta forma, las instalaciones industriales que realizan su actividad industrial en Andalucía y que emiten los gases CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> a la atmósfera forman el grupo de tratados<sup>19</sup>. Para formar el grupo de control, se consideran el resto de instalaciones industriales, excluyéndose aquellas que desarrollan su actividad en regiones donde hay implantado algún tipo de impuesto sobre emisiones de gases, es decir, quedarán excluidas las instalaciones industriales que desarrollan su actividad en Galicia, Aragón, Castilla-La Mancha y Murcia. Dichas instalaciones industriales están afectadas por los tributos de sus respectivas regiones, pero la forma de afección es diferente a la que se ejerce por el IEGA, debido, como ya se ha descrito, a las diferencias entre las normativas. Por tanto las instalaciones afincadas en estas regiones no podrán incorporarse ni al grupo de control ni al grupo de tratamiento.

Sin embargo, en el ámbito de las ciencias sociales, las respuestas potenciales de los individuos son, con frecuencia, muy heterogéneas. Aunque todos los individuos susceptibles de estar afectados por el impuesto guarden similitudes, sus respuestas potenciales a una misma política pública (el IEGA) pueden ser diferentes de unas a otras. Esto puede limitar la validez del efecto promedio estimado. Debe tenerse en cuenta que las instalaciones industriales, tanto las tratadas como las de control, pueden diferir en características distintas al propio impuesto.

Denominamos a estas variables como covariables o variables contaminantes porque afectan o “contaminan” el efecto producido por el tratamiento sobre la variable respuesta. En la medida que estas covariables puedan ser observadas, podrán ser controladas<sup>20</sup>. En esto se fundamenta el método de “selección sobre observables”.

La selección sobre observables permite aislar el efecto de una covariable (o de un vector de covariables), manteniendo la independencia entre la variable indicativa de la participación  $D$  y la variable respuesta  $Y$ . Siendo  $X$  un vector de covariables (Heckman y Hotz, 1989), podemos expresarlo con la ecuación (4).

---

<sup>19</sup> Incluyéndose también aquellas instalaciones que, aún emitiendo dichos gases a la atmósfera, se encuentran exentas al no superar el mínimo exento. Estas instalaciones se consideran igualmente “tratadas” ya que su actividad se ve afectada por la existencia del IEGA.

<sup>20</sup> Se puede encontrar una descripción teórica más amplia en Barnow, Cain y Gollberger (1980).



$$(Y_1, Y_0) \perp D | X \quad (4)$$

Así, controlando a partir del vector  $X$  de covariables se garantiza el cumplimiento de la condición de independencia (unconfoundedness condition) propia de los experimentos aleatorios. De esta forma, condicionada sobre las covariables del vector  $X$ , la variable  $D$  indicadora del tratamiento es independiente de los resultados potenciales (Lechner, 1999).

Para un mismo valor de  $X$  podríamos simular un experimento aleatorio comparando individuos que pertenecen al grupo de tratamiento y al grupo de control si se mantiene la condición de independencia entre  $Y$  y  $D$ . Controlando  $X$  se soluciona por tanto, el sesgo en la selección y se elimina la dependencia entre  $D$  e  $Y$ .

Según Dehejia y Wahba (1999), bajo selección sobre observables, el efecto causal del IEGA puede expresarse como:

$$E [Y_1 - Y_0 | X] = E [Y | X, D = 1] - E [Y | X, D = 0] \quad (5)$$

Por tanto, el efecto promedio causal del IEGA sobre los tratados, se puede estimar como:

$$ATET = E [Y_1 - Y_0 | D = 1] = \int (E [Y | X, D = 1] - E [Y | X, D = 0]) dP(X | D = 1) \quad (6)$$

El  $ATET$  será igual a la diferencia entre los valores promedios observados en la variable respuesta en las instalaciones contaminantes tratadas y las de control, para cada uno de los valores de  $X$  cuando  $D = 1$ .

A pesar de lo anterior, el método de selección sobre observables no resulta del todo adecuado para evaluar los efectos causales de la política pública cuando los individuos difieren en características no observables. En estos casos los estimadores basados en el método de “diferencias en diferencias” (DID) permiten resolver el problema<sup>21</sup>.

El estimador DID considera los resultados observados de la variable respuesta  $Y$  en dos momentos del tiempo, antes y después de que el individuo sea tratado (Cansino y

---

<sup>21</sup> Véanse las aportaciones de Heckman, Ichimura, Smith y Todd (1998), Ashenfelter y Card (1985), Card (1990), Card y Krueger (1994 y 2000), Athey e Imbens (2002) y Abadie (2005).

Sánchez Braza, 2010). Es decir, antes de que se vea afectado por el IEGA y posteriormente, tras verse afectado por el mismo.

Se asume que las variables contaminantes inherentes al individuo son ajenas a la naturaleza de la política pública (Cansino, 2006), siendo por consiguiente, idénticas en los dos momentos de tiempo contemplados, pre-IEGA y post-IEGA, controlándose así el efecto de distorsión de las covariables.

Siguiendo a Heckman et al. (1998), el cálculo del estimador DID consiste en diferenciar la variable respuesta de los individuos afectados por el IEGA antes y después del tributo y volver a diferenciar de nuevo con respecto a la variación producida en la variable respuesta en los individuos del grupo de control (Heckman y Robb, 1985). El método de Diferencias en Diferencias, se apoya en el supuesto de que la tendencia temporal registrada por los individuos pertenecientes al grupo de control, a modo de variable proxy, sirve para conocer la tendencia que hubieran seguido las instalaciones industriales afectadas por el impuesto en el caso de que no se hubieran visto sometidas al mismo (Athey e Imbens, 2002).

#### **4. Conclusiones**

Este trabajo contribuye a la literatura en la medida que plantea evaluar la efectividad de un impuesto ambiental a través de métodos de inferencia causal. La cuestión es de interés para los diseñadores de políticas públicas encaminadas a la protección medioambiental.

Con métodos observacionales se puede evaluar la efectividad del IEGA en relación a la reducción de las emisiones de los gases contaminantes, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>, siempre y cuando la heterogeneidad de las poblaciones, se pueda solventar aislando las covariables que contaminan los resultados.

Para evaluar el IEGA con esta metodología, se estimaría el efecto causal sobre algunas variables respuesta que se considerarán relevantes en relación con sus objetivos, esto es, reducir las emisiones de los gases dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) a la atmosfera desde instalaciones industriales situadas en Andalucía.

Para estimar el efecto causal del IEGA, serán de utilidad tres variables. Cada una de ellas mide la tasa de crecimiento respecto a un año que tomaremos de referencia, de cada uno de los gases, y permiten disponer de una serie temporal suficientemente amplia. De esta manera podremos estimar el efecto causal del IEGA sobre cada uno de los tres gases de manera individualizada. El análisis diferenciado se debe a que existen tecnologías que con su implantación reducen las emisiones de un tipo de gas y no de los otros. También sería relevante considerar una cuarta variable respuesta que mida el incremento de las unidades contaminantes respecto al año de referencia. Esto permitiría medir el efecto causal conjunto de los tres gases.

La aplicación práctica de esta metodología exigiría un soporte empírico con las siguientes características. Por un lado, ha de conocerse la ubicación geográfica de la instalación industrial para determinar el valor del indicador de tratamiento ( $D$ ). Asimismo, para cada instalación industrial, se ha de contar con datos de emisiones anuales de los gases  $CO_2$ ,  $NO_x$  y  $SO_x$  y con las oportunas series temporales, para construir las variables potenciales de respuesta ( $Y$ ).

## **Bibliografía**

Abadie, A. (2005): “Semiparametric Difference-In-Differences Estimators”, *Review of Economic Studies*, nº72 (1), p.1-19.

Andrews, M., Bradley, S. y Upward, R. (1999): “Estimating Youth Training Wage Differentials During and After Training”, *Oxford Economic Papers*, nº 51 (3), p.517-544.

Ashenfelter, O. y Card, D. (1985): “Using the Longitudinal Structure of Earnings to Estimate the Effects of Training Programs”, *Review of Economics and Statistics*, nº67 (4), p. 648-660.

Athey, S. y Imbens, G. W. (2002): “Identification and Inference in Nonlinear Difference-in-Differences Models”, *NBER Technical Working Paper* nº 80, septiembre 2002.

Barnow, B., Cain, G. y Goldberger, A. (1980): "Selection on Observables", en E. W. Stromsdorfer y G. Farkas (eds.), *Evaluation Studies Review Annual*, Beverly Hills, California, Ed.: Sage Publications, nº5, p.43-59.

Bergemann, A., Fitzenberger, B. y Speckesser, S. (2005): "Evaluating the Dynamic Employment Effects of Training Programs in East Germany Using Conditional Difference-in-Differences", Documento de trabajo nº 1848 del "Institute for the Study of Labor (IZA)", Noviembre, 2005.

Bonnall, L., Fougère, D. y Sérandon, A. (1997): "Evaluating the Impact of French Employment Policies on Individual Labour Market Histories", *Review of Economic Studies*, nº64 (4), p.683-713.

Blundell, R., Costa, M., Meghir, C. y Van Reenen, J. (2004): "Evaluating the Employment Impact of a Mandatory Job Search Program", *Journal of the European Economic Association*, nº2 (4), p.569-606.

Cameron, E. y Pauling, L. (1976): "Supplemental Ascorbate in the Supportive Treatment of Cancer: Prolongation of Survival Times in Terminal Human Cancer", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, nº73 (10), p.3685-3689.

Cansino, J.M., Cardenete, M. A. y Roman, R. (2007): "Regional evaluation of a tax on retailer sales of some fuels through social accounting matrix", *Applied Economics Letters*, nº14 (12), p.877-880.

Cansino, J.M. y Román, R. (2007): "Evaluación de políticas públicas sobre poblaciones heterogéneas ¿pueden los órganos de control externo contribuir a su avance?", *Revista Española de Control Externo*, nº9 (25), p.107-129.

Cansino, J. M. y Sánchez Braza, A. (2008): "Average effect of training programs on the time needed to find a job. The case of the training programs schools in the south of Spain (Seville, 1997-1999)", *Documentos de Trabajo de Funcas*, (versión disponible en [www.funcas.es](http://www.funcas.es)).

Cansino, J. M., (2006): "Propuestas para la Evaluación de Programas Públicos de Formación. Una revisión crítica", en Delta (ed.), *La Calidad del Gobierno: Evaluación Económica de las Políticas Públicas*, Madrid, España, p.117-155.

- Cansino, J. M. y Sánchez Braza, A. (2009): "Evaluación del programa de Escuelas Taller y Casas de Oficios a partir de su efecto sobre el tiempo de búsqueda del primer empleo. El caso de Sevilla", *Estudios de Economía Aplicada*, nº29 (1), p.273-296.
- Cansino, J. M. y Sánchez Braza, A. (2010): "Evaluación del impacto de un programa de formación sobre el tiempo de búsqueda de un empleo", *Investigaciones Regionales*, p.1-28.
- Card, D. (1990): "The Impact of the Mariel Boatlift on the Miami Labor Market", *Industrial and Labor Relations Review*, nº 43 (2), p.245-257.
- Card, D. y Krueger, A. B. (1994): "Minimum wages and employment: A case study of the fast food industry", *American Economic Review*, nº 84 (4), p.772-793.
- Card, D. y Krueger, A. (2000): "Minimum Wages An Employment: A Case Study of the Fast-Food Industry in New Jersey and Pennsylvania: Reply", *American Economic Review*, nº 90 (5), p.1397-1420.
- Card, D. y Sullivan, D. (1988): "Measuring the Effects of Subsidized Training Programs on Movements In and Out of Employment", *Econometrica*, nº56 (3), p.497-530.
- Coase, R. H. (1960): "The problem of social cost", *Journal of Law and Economics*, nº 3, p.1-44.
- Cochran, W. G. (1968): "The Effectiveness of Adjustment by Subclassification in Removing Bias in Observational Studies", *Biometrics*, nº24 (2), p.295-313.
- Cueto, B. y Mato, F.J. (2006): "An analysis of self-employment subsidies with duration models.", *Applied Economics*, nº38 (2006), p.23-32.
- Cueto, B. y Mato, F.J. (2009): "A Nonexperimental Evaluation Of Training Programmes: Regional Evidence For Spain.", *Annals Of Regional Science*, nº43 (2), p.415-433.
- Dales, J.H. (1968): *Pollution, Property and Prices*, Toronto: University of Toronto Press.

- Dehejia, R. H. y Wahba, S. (1999): "Causal Effects in Non-Experimental Studies: Reevaluating the Evaluation of Training Programs", *Journal of the American Statistical Association*, nº94 (448), p.1053-1062.
- Gago, A. y Labandeira, X. (1997): "La Imposición Ambiental: Fundamentos, Tipología Comparada y Experiencias en la OCDE y España", *Hacienda Pública Española*, nº141-142, p.193-219.
- Gago, A. y Labandeira, X. (1998): "La economía política de los impuestos ambientales", *Ekonomiaz*, nº40, p.208-221.
- Heckman, J. J. y Hotz, V. J. (1989): "Choosing Among Alternative Nonexperimental Methods for Estimating the Impact of Social Programs: The Case of Manpower Training", *Journal of the American Statistical Association*, nº84 (408), p.862-874.
- Heckman, J. J., Ichimura, H., Smith, J. y Todd, P. E. (1998): "Characterizing Selection Bias Using Experimental Data", *Econometrica*, nº66 (5), p.1017-1098.
- Heckman, J. J. y Robb, R. (1985): "Alternative Methods for Evaluating the Impact of Interventions", en J. Heckman y B. Singer (eds.), *Longitudinal Analysis of Labour Market*: 156-245, New York, Ed.: Cambridge University.
- Holland, P. W. (1986): "Statistics and Causal Inference", *Journal of the American Statistical Association*, nº81 (396), p.945-970.
- Lechner, M. (1999): "Earnings and Employment Effects of Continuous Off-the-Job Training in East Germany after Unification", *Journal of Business and Economic Statistics*, nº17 (1), p.74-90.
- Manski, C. F. (2001): "Designing programs for heterogeneous populations: The value of covariate information", *American Economic Review*, nº91 (2), p.103-106.
- Manski, C. y Garfinkel, I. (1992): *Evaluating Welfare and Training Programs*, Cambridge, Massachusetts, Ed.: Harvard University Press.
- Marshall, A. (1890): *Principles of Economics*, Vol. 1, London, Ed. McMillan.
- Mato, F.J. y Cueto, B. (2008): "Efectos de las políticas de formación a desempleados", *Revista de Economía Aplicada*, nº46, p.61-84.

Montgomery, W.E. (1972): "Markets in licenses and efficient pollution control programs", *Journal of Economic Theory*, nº 5(3), p.395-418.

Park, N., Power, W., Riddell, C. y Wong, G. (1996): "An assessment of the Impact of Government-Sponsored Training", *Canadian Journal of Economics*, nº29 (Special Issue: Part I), p.S93-S98.

Pigou, A.C. (1932): *The Economics of Welfare*, 4ª edición, London, Ed. McMillan.

Rosenbaum, P. R. (1999): "Choice As an Alternative to Control in Observational Studies", *Statistical Science*, nº14 (3), p.259-304.

Sánchez Braza, A. (2006): "La evaluación aplicada de programas públicos de formación. La utilización de métodos observacionales: el estimador de diferencias en diferencias.", en Delta (ed.), *La Calidad del Gobierno: Evaluación Económica de las Políticas Públicas*, Madrid, España, p.339-367.

Viladrich, M. (2004): "Las principales aportaciones a la teoría de la regulación ambiental. Los últimos cuarenta años", *Economía Agraria y Recursos Naturales*, nº4(8), p.41-62.