

El éxito de los impuestos ecológicos

En este artículo se desarrolla un análisis tanto descriptivo como econométrico del fenómeno de la sustitución de la gasolina con plomo por la de sin plomo en la Unión Europea. Asimismo, se hace especial hincapié en el papel desempeñado en este proceso por el tratamiento fiscal preferente al carburante menos contaminante y la adaptación de los Estados miembros a la prohibición de comercialización de la gasolina con plomo. Con este fin, el consumo de gasolina sin plomo es calculado mediante la función derivada del stock de vehículos y de su tasa de uso. La estimación realizada mediante la técnica de datos de panel evidencia la efectividad de esta política ambiental comunitaria.

Artikulu honetan Europar Batasunak berundun gasolinaren orde berunik gabekoa erabiltzearen fenomenoa ikuspegi deskribatzailetik nahiz ekonometrikotik aztertzen da. Era berean, garrantzi berezia eman zaie prozesu honetan gutxiago kutsatzen duen erregai honek jaso duen lehentasunezko zerga-tratamenduari eta estatu kideek berundun gasolina merkaturatzeko debekura egin behar izan duten egokitzapenari. Xede horrekin, berunik gabeko gasolinaren kontsumoa ibilgailuen stocketik eta horien erabilera-tasatik eratorritako funtzio gisa ikusten da. Paneleko datuen teknikaren bidez egindako balioztapenak Europako Erkidegoaren ingurumen-politika honen eraginkortasuna uzten du agerian.

This paper analyses in both descriptive and econometric terms the substitution of leaded fuel by unleaded in the European Union. Likewise, it is put special emphasis on the role of preferential tax treatment to unleaded gasoline complemented by the adjustment of the Member States to the ban of leaded gasoline in this process. With this purpose unleaded gasoline consumption is estimated by the vehicles stock and their rate of use derivative function. The results obtained from the panel data technique state the effectiveness of this community environmental policy.

ÍNDICE

1. Introducción
 2. La fiscalidad sobre carburantes en la literatura económica
 3. Análisis econométrico del consumo de gasolina sin plomo
 4. Conclusiones
- Referencias bibliográficas

Palabras clave: fiscalidad ambiental, impuesto sobre carburantes, datos de panel

N.º de clasificación JEL: H30, Q48, C23

1. INTRODUCCIÓN

La preocupación por el deterioro medioambiental y, en concreto, por la contaminación atmosférica, se ha ido convirtiendo progresivamente y de forma desigual en una de las prioridades de todos los Estados miembros (en adelante EEMM). En los últimos años en el ámbito del sector de transporte, uno de sus principales causantes, se han implantando una serie de medidas de política medioambiental para internalizar este tipo de externalidad. La fiscalidad sobre los carburantes es uno de los instrumentos económicos que ha adquirido mayor relevancia en este esfuerzo por reducir las emisiones contaminantes. No obstante, la importancia de este tributo en el marco comunitario no es sólo fruto de su consideración medioambiental, sino que su elevada capacidad recaudatoria y sus repercusiones sobre el mercado interior justifican también su estudio (véase, Morgenstern, 1995; Comisión Europea, 2002a).

La reducida elasticidad de la demanda de este carburante constatada en la literatura económica en múltiples ocasiones plantea serias dudas sobre la efectividad ambiental de este tributo (Berndt y Botero, 1985; Sterner *et al.*, 1992; Goodwin, 1992; Espey, 1998). Desde esta pesimista perspectiva la diferenciación impositiva entre la gasolina con y sin plomo establecida en las Directivas 92/81/CEE y 92/82/CEE ha tenido un gran éxito en tanto que ha contribuido a la desaparición de la gasolina con plomo en el mercado (OCDE, 2001; Button y Rietveld, 2002; Button, 1993; AEAT, 2002).

Como se puede observar en el Gráfico nº 1 donde se representa la evolución del porcentaje de gasolina sin plomo respecto a la total consumida en los EEMM en el periodo 1985-2002, el proceso de sustitución entre estos dos carburantes se ha caracte-

¹ La autora agradece las valiosas aportaciones efectuadas por los evaluadores en el proceso de revisión del artículo.

rizado por su celeridad, pues en menos de dos décadas ha concluido.

Otra característica de este proceso ha sido la heterogeneidad entre países. En el primer quinquenio de los años noventa algunos países europeos (Suecia, Austria y Finlandia) habían culminado este fenómeno y, consecuentemente, en ellos la gasolina sin plomo representaba el 100% de la gasolina consumida. A finales de la década, Alemania y Holanda siguieron el mismo proceso. Y por último, entre los años 2000-2002 los demás países integrantes de la UE-15 continuaron esta trayectoria.

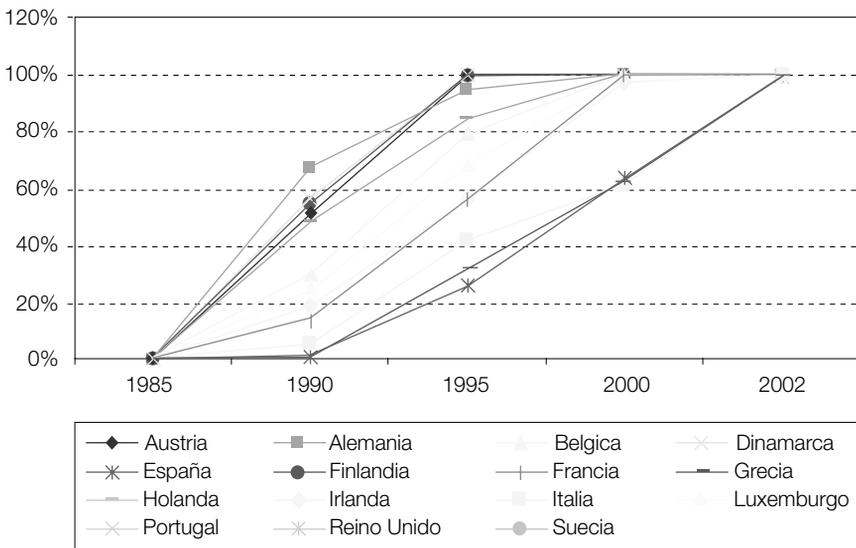
La cuantificación de este éxito es difícil de realizar, pues en conseguir este objetivo se han empleado simultáneamente instru-

mentos de mercado e instrumentos administrativos. En efecto, la diferenciación impositiva entre carburantes contribuye al fenómeno objeto de estudio, aunque durante este proceso de sustitución la adaptación a la futura prohibición de comercialización ha tenido asimismo un papel determinante. El objetivo prioritario de esta investigación consiste en la constatación del papel desempeñado por estas dos medidas de política medioambiental.

Con esta finalidad el trabajo se estructura en los siguientes apartados. El segundo constituye una revisión de la literatura económica, teórica y empírica, acerca de la fiscalidad sobre carburantes como instrumento de protección medioambiental. En el

Gráfico n.º 1

Gasolina sin plomo en la UE-15 (en % sobre total gasolina)
1985-2002



Fuente: EUROSTAT (2006).

tercer apartado se estima el consumo de gasolina sin plomo en los EEMM en el periodo 1993-1999 mediante la técnica de datos de panel. A tal efecto, previamente se especifica la demanda de gasolina sin plomo como una función del stock de vehículos y de la tasa de uso del mismo, siendo la diferenciación impositiva entre carburantes y la prohibición de comercialización de gasolina con plomo los factores determinantes de la utilización del parque automovilístico. Finalmente, se plantean las conclusiones alcanzadas.

2. LA FISCALIDAD SOBRE CARBURANTES EN LA LITERATURA ECONÓMICA

La fiscalidad sobre los carburantes se puede calificar de impuesto ambiental de acuerdo con la definición de la Comisión Europea (1997) y de la OCDE (1997)². Esta figura impositiva presenta, además de las ventajas propias de todo instrumento de mercado (eficiencia estática y dinámica, fundamentalmente), las características de ser una fuente de ingresos públicos, de constituir una aplicación del principio «quien contamina paga» y de ser la base de las denominadas Reformas Fiscales Verdes (RFV) muy frecuentes en la última década en los EEMM³. No obstante, y a pesar de que la posibilidad de utilizar un impuesto con otro fin distinto del recaudatorio no es

algo novedoso, su integración en las políticas medioambientales comienza a vislumbrarse tímidamente en los años setenta (véase, Pigou, 1920). Pero es en la década de los noventa cuando la fiscalidad ambiental empieza a adquirir protagonismo como un instrumento de protección ambiental (véase Comisión Europea, 2002a, 2002b).

Los principales obstáculos a los que se enfrentan los impuestos sobre los carburantes residen en sus efectos sobre la distribución de la renta y sobre la competitividad (consúltese, Hammar *et al.*, 2004). Por lo que respecta a los primeros, *a priori* se esperaría que los resultados fueran regresivos dado el carácter necesario de este bien. Sin embargo, los estudios realizados no son unánimes. Aasness y Larsen (2002) concluyen que el aumento de la fiscalidad sobre la gasolina incrementa la desigualdad. Por el contrario, Leicester (2005) y Smith (2000) puntualizan que los efectos regresivos sólo afloran cuando los consumidores objeto de análisis son propietarios de vehículos. Y por otra parte, Mayeres (2002) concluye que las consideraciones de equidad no tienen un fuerte impacto en este ámbito.

En relación a sus efectos sobre la competitividad, la Comisión Europea sostiene que un sistema de precios más justo y eficiente es probable que la fortalezca⁴. Además, afirma que la reducción de la congestión, la contaminación y los accidentes conllevará la disminución de los costes asociados (por ejemplo, el gasto sanitario) y que la recaudación obtenida podrá destinarse a la reducción de otros impuestos de acuerdo con la teoría del doble dividendo.

² «Un impuesto ambiental es aquel cuya base imponible es una unidad física (o proxy de ella) que ha supuesto un impacto negativo específico sobre el medio ambiente».

³ Este modelo de reforma tributaria ha sido frecuente en los años 90 en la UE. Como lo demuestre el hecho de que los siguientes países la llevaran a cabo: Finlandia (1990, 1997), Suecia (1991), Noruega (1992, 1999), Dinamarca (1994), Reino Unido (1996), Holanda (1996), Alemania (1999), Italia (1999) y Austria (2000).

⁴ Aunque un estudio realizado en 2001 sobre los efectos sobre la competitividad en la UE demuestra que éstos son mínimos (ECOTEC, 2001).

Por último, esta institución defiende que la internalización de los costes del sector transporte no supone necesariamente un impacto negativo sobre la equidad, puesto que el gasto europeo en transporte privado se eleva fuertemente con la renta.

La valoración de los tributos sobre carburantes desde una perspectiva exclusivamente medioambiental nos remite a que la combustión de este bien energético conlleva la generación de gases contaminantes, fundamentalmente CO₂. En este sentido, sería más adecuado establecer un impuesto que gravara las emisiones. Sin embargo, el carácter difuso de este problema ambiental ha supuesto el desarrollo de otras alternativas como los tributos que gravan los *inputs* contaminantes observables (véase, entre otros, Proost y Calthrop, 2002; Xepapadeas, 2002). En este sentido, la fiscalidad sobre carburantes constituye un claro ejemplo de esta alternativa en tanto que el consumo de este bien es una *proxy* de la contaminación atmosférica.

La efectividad medioambiental de los impuestos sobre carburantes ha sido abordada en la literatura generalmente en términos de elasticidad-precio de la demanda de carburantes. Su reducido valor computado en la mayoría de estudios ha puesto en duda la influencia de este tributo en el comportamiento del conductor (Dahl y Sterner, 1990; Goodwin, 1992; Espey, 1998).

Es cierto que en la práctica la inelasticidad de la demanda supone que aumentos en los impuestos no se traduzcan en un descenso en la recaudación. No obstante, esto no significa que este tributo no afecte al comportamiento de los conductores (Leicester, 2005). En este contexto, es preciso distinguir claramente entre los efectos a corto y a largo plazo sobre el consumo de

los agentes económicos derivados del aumento de este tipo de fiscalidad y, por ende, del precio de los carburantes. Esto es, los valores de la elasticidad-precio de los carburantes divergen en el corto y el largo plazo (véase, entre otros, Sterner, 1990; Alves y Bueno, 2003). El incremento de los precios en el corto plazo sólo conlleva un menor uso del vehículo, mientras que en el largo plazo puede afectar también a las características y a la propiedad de los automóviles (Weizsäcker y Jesinghaus, 1992; Smith, 1995a; Smith, 1995b). En consecuencia, el gravamen sobre los carburantes puede generar reacciones en los conductores, bien en términos de modelo de conducción, de consumo de carburante y/o de adquisición de vehículo.

Hasta el momento se ha valorado el gravamen sobre carburantes como instrumento de protección medioambiental sin hacer especial referencia al diferencial impositivo entre la gasolina con y sin plomo. Por consiguiente, es pertinente realizar una serie de puntualizaciones en relación a este tratamiento fiscal preferencial a la gasolina sin plomo.

En primer lugar, este instrumento de mercado constituye el mejor ejemplo de impuesto pigouviano en el sector de transporte (Button, 1993).

En segundo lugar, en términos de efectividad ambiental su diseño responde con gran precisión al objetivo perseguido. En efecto, se grava en mayor medida el bien más contaminante, gasolina con plomo, para modificar los patrones de consumo de los conductores y, en concreto, para que estos agentes incrementen el consumo del carburante «más barato» y «menos contaminante» en términos relativos.

En tercer lugar, desde la perspectiva subjetiva la aceptabilidad política presenta dos ventajas derivadas de la previa existencia del impuesto que hace que se trate simplemente de un cambio de estructura impositiva: supone una menor oposición por parte de los conductores y en términos administrativos su implantación es sencilla. Finalmente, no podemos olvidar que si bien el objetivo es la desaparición de la gasolina con plomo, los ingresos públicos se mantienen estables. Es decir, únicamente se modifica su fuente, en principio integrada por ambos tipos de carburantes y, posteriormente, exclusivamente por gasolina sin plomo.

En nuestra opinión la celeridad del proceso de sustitución de la gasolina con plomo por la de sin plomo responde a la estrecha relación de sustituibilidad entre ambos combustibles favorecida por la tecnología. La sustitución entre ambos carburantes, a diferencia de lo sucedido con el diesel y la gasolina, era viable en el corto plazo porque la mayoría de vehículos de esos años podía funcionar con ambos tipos de gasolinas, presentando los conductores menor oposición a la medida.

Respecto a los estudios cuantitativos sobre demanda de carburante, éstos se pueden clasificar en aquellos que utilizan microdatos (véase, entre otros, Baker *et al.*, 1989; Baker y Blundell, 1991) y los que no (véase, entre otros, Rodekohl, 1979; Baltagi y Griffin, 1983). Asimismo, se puede distinguir entre trabajos que analizan conjuntamente la demanda de carburantes y el stock de vehículos (consúltese, entre otros, Kayser, 2000; Belhaj, 2002) de los que exclusivamente se centran en la primera de las ecuaciones referidas (véase, entre otros, Lin *et al.*, 1985; Sipes y Mendelsohn, 2001).

3. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CONSUMO DE GASOLINA SIN PLOMO

3.1. Determinantes del consumo de gasolina sin plomo

La demanda de gasolina es una demanda derivada del stock de vehículos y de su tasa de uso (véase, Reza y Shapiro, 1979). Ambos factores se distinguen en el espacio de tiempo necesario para su modificación. Así, los cambios en la utilización del automóvil pueden realizarse en principio en un menor periodo que los sufridos por el parque automovilístico tanto en sentido cualitativo (por ejemplo, eficiencia del automóvil) como cuantitativo. La justificación de esta afirmación reside en que las variaciones en el stock son resultado de dos fenómenos que requieren, en general, para conseguirlo un mínimo de años: la decisión de compra de un vehículo y los avances tecnológicos. En esta dirección, el consumo de gasolina puede expresarse en los siguientes términos (véase, Baltagi y Griffin, 1983; Eskeland y Feyzioglu, 1997, Storchman, 2005):

$$Q = S * E * D \quad (1)$$

donde Q = consumo de gasolina.

S = stock de vehículos.

E = eficiencia del carburante.

D = distancia anual recorrida por vehículo.

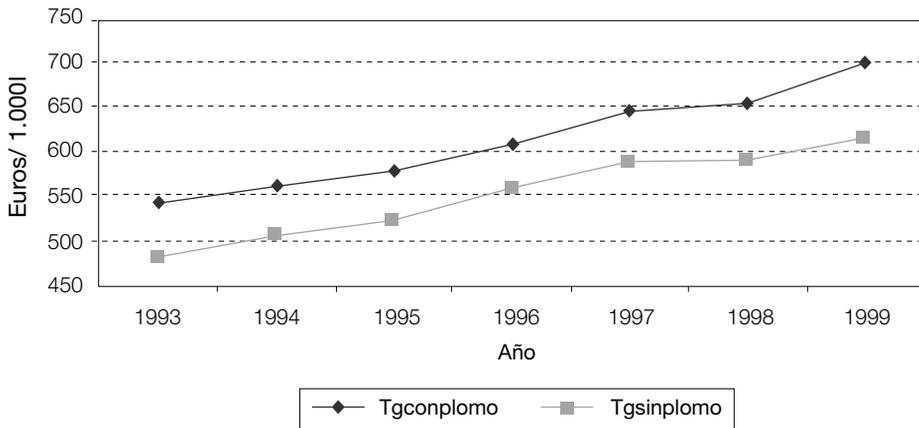
El corto periodo de tiempo sobre el que se desarrolla esta investigación (1993-1999) conlleva que el análisis del proceso de sustitución entre carburantes se centre en el uso de los vehículos pero no en su adquisición (Tishler, 1983; Waserfallen y Gütntensperg, 1988). Es decir, los instrumentos de política medioambiental considerados influyen en el corto plazo en la utilización del vehículo, mientras que en un periodo de tiempo más

largo afectarían también a la elección del automóvil (Eskeland y Feyzioğlu, 1997).

Por consiguiente, el uso del vehículo está determinado por las medidas establecidas por el gobierno para modificar el comportamiento de los conductores en un sentido favorable al medio ambiente. En concreto, estas medidas son la diferenciación impositiva (*DIF*), definida como el cociente entre el impuesto sobre la gasolina con plomo y el impuesto sobre la gasolina sin plomo, y la adaptación de los EEMM a la normativa europea consistente en la prohibición de comercialización de la gasolina con plomo (*DVA*). Basándonos en los Gráfico nº 2 y nº 3

se puede afirmar que el tratamiento fiscal preferencial a la gasolina sin plomo ha estado presente en la UE a lo largo de todo el periodo objeto de estudio (1993-1999) y que, además, este tratamiento se ha caracterizado por su heterogeneidad entre países. Por lo que respecto al instrumento de regulación, éste ha sido incorporado como una variable *dummy* con tendencia que adopta valor 0 entre 1993-1996, valor 1 en 1997 por ser el año previo a la aprobación de la directiva, valor 2 en 1998 por coincidir con la fecha de aprobación de la directiva y valor 3 en 1999 dado que era la fecha límite para la transposición de la directiva a la legislación nacional, y

Gráfico n.º 2
Evolución de la fiscalidad sobre la gasolina con y sin plomo en la UE
 1993-1999

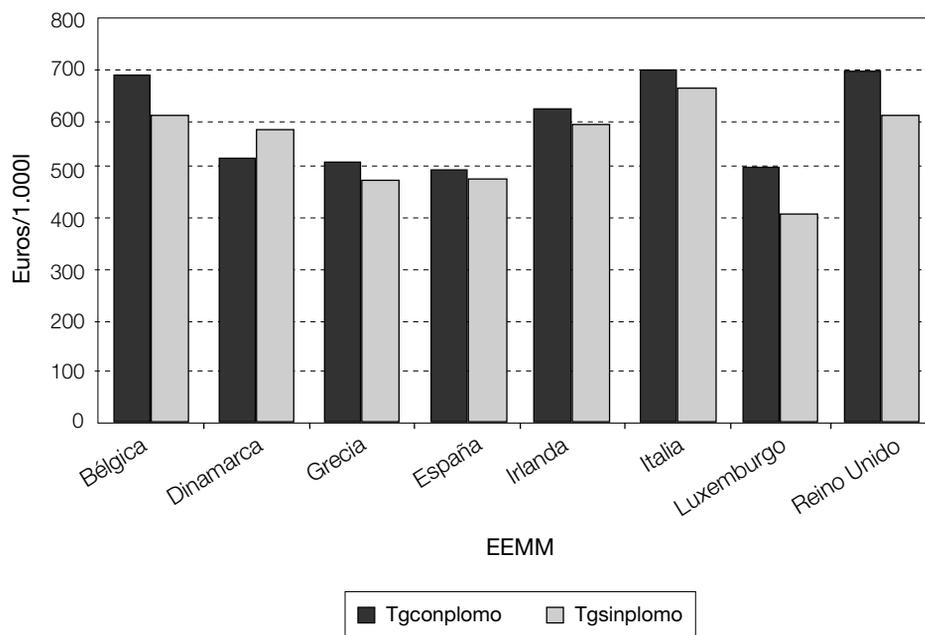


Fuente: EUROSTAT (2006)⁶.

⁵ La fiscalidad sobre los carburantes se puede asemejar al precio de los mismos en tanto que constituye el principal elemento del precio.

⁶ Tgconplomo: tasa gasolina con plomo; tgsinplomo: tasa gasolina sin plomo.

Gráfico n.º 3
Fiscalidad media sobre la gasolina con y sin plomo en los EEMM
 1993-1999



Fuente: EUROSTAT (2006).

además por su proximidad con el 1 de Enero de 2000, momento en el que los socios comunitarios aplicaban esta disposición⁵.

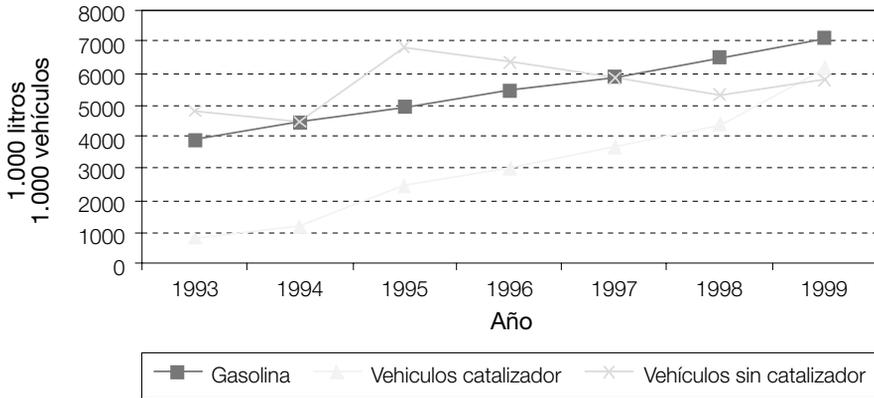
Asimismo, en la especificación del modelo se incorpora la tecnología a través del número de vehículos con catalizador. Esto conlleva que dentro del stock de vehículos de gasolina se diferencian aquellos que están equipados con catalizador (*CATAL*) de los que no (*VEH*). Esta distinción es de gran importancia porque los primeros sólo pueden funcionar con gasolina sin plomo y, en consecuencia, en ellos no tiene lugar la sustitución entre carburantes. Por otra parte, esta variable se puede asimilar a una tendencia,

dado que el número de automóviles con catalizador es creciente en el tiempo. A partir de la información contenida en el Gráfico n.º 4 se puede afirmar que el consumo de gasolina sin plomo es creciente en el tiempo en los países objeto de análisis, al igual que el número de vehículos con catalizador. Finalmente, la variable renta no se incluye en la especificación del modelo debido a la multicolinealidad que ha sido corroborada mediante el Factor de Inflación de Varianzas (VIF), siendo su VIF muy superior a 10.

En resumen, el consumo de gasolina sin plomo está determinado por las siguientes ecuaciones:

Gráfico n.º 4

Evolución del consumo de gasolina sin plomo y de los vehículos con y sin catalizador



Fuente: EUROSTAT (2006).

$$Q_{it} = f(STOCK_{it}, USO_{it}) \quad (2)$$

$$STOCK_{it} = STOCK_{it}(VEH, CAT) \quad (3)$$

$$USO_{it} = USO_{it}(DIF, DVA) \quad (4)$$

Donde: i = EEMM.

t = año.

tanto, la especificación estática del modelo es la siguiente:

$$\ln Q_{it} = \beta_1 \ln VEH_{it} + \beta_2 \ln CATAL_{it} + \beta_3 \ln DIF_{it} + \beta_4 DVA_{it} + u_{it} \quad (5)$$

donde

i = EEMM.

t = año (1993-1999).

3.2. Especificación del modelo, datos y estimación

La estimación del modelo propuesto requiere una especificación funcional. La popular forma *log-log* utilizada en gran número de estudios de demanda de energía, y en concreto de gasolina, es la elegida pues nos permite interpretar los coeficientes de las variables, salvo el de la variable DVA, como elasticidades (véase Dahl, 1986; Dahl y Sterner, 1990, Madlener, 1996; Sipes y Mendelsohn, 2001; Banfi et al., 2005). Por

Q_{it} = Consumo de gasolina sin plomo en i en año t en miles de litros⁷ (Impuesto sobre Hidrocarburos, Ministerio de Hacienda 2002).

VEH_{it} = Vehículos de gasolina sin catalizador en i en año t en miles (Eurostat, 2005).

⁷ Los datos de consumo vienen expresados en millones de toneladas. Para su conversión en miles de litros utilizamos la densidad media ponderada de la gasolina hallada en <http://www.fuentesestadísticas.com/indicadores/gasolina.html>

$CATAL_{it}$ = Vehículos de gasolina equipados con catalizador en i en año t en miles (Eurostat, 2005).

DIF_{it} = Impuestos sobre la gasolina con plomo en euros/1.000l en i en año t

Impuestos sobre la gasolina sin plomo en euros/1000l en i en año t (Eurostat, 2005).

DVA_{it} = Adaptación a la normativa de prohibición de comercialización de la gasolina con plomo. Toma valor 0 entre 1993-1996, valor 1 en 1997, valor 2 en 1998 y valor 3 en 1999.

Por otra parte, el consumo de carburante está determinado en gran medida por la existencia de hábito en el consumo. Esto es debido a que el consumo de este bien está condicionado a la propiedad de bien duradero, el vehículo, cuyo coste se ha de amortizar (véase, Baker *et al.*, 1989). La incorporación del hábito en el consumo se puede realizar mediante diversas especificaciones dinámicas (consúltese, Rickersten, 1998). En este trabajo se utiliza un modelo de ajuste parcial caracterizado por la incorporación de la variable dependiente retardada un periodo (ver Kennedy, 2003).

En consecuencia, el modelo dinámico se expresaría en los siguientes términos:

$$\ln Q_{it} = \beta_1 \ln VEH_{it} + \beta_2 \ln CATAL_{it} + \beta_3 \ln DIF_{it} + \beta_4 DVA_{it} + \beta_5 \ln Q_{it-1} + u_{it} \quad (6)$$

Q_{it-1} = Consumo de gasolina sin plomo en i en año $t-1$ en miles de litros (Impuesto sobre Hidrocarburos, Ministerio de Hacienda 2002).

u_{it} = término de error.

En el Cuadro n° 1 se reflejan los estadísticos descriptivos de las variables.

La metodología considerada más adecuada para la estimación del modelo propuesto es la técnica de datos de panel, pues disponemos de la información relativa a las unidades muestrales observadas, EEMM, a lo largo de siete periodos entre 1993-1999. Aunque es necesario señalar que los datos corresponden a los socios comunitarios (UE-15), salvo aquellos donde la desaparición de la gasolina con plomo había tenido lugar antes de 1999 (Suecia, Austria, Finlandia, Holanda y Alemania) y aquellos otros caracterizados por no disponer de datos de alguna de las variables (Portugal y Francia).

Cuadro n.º 1

Estadísticos descriptivos de las variable

Variable	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Gasolina sin plomo (1.000l)	6.299,046	7.128,906	476,82	24.770,4
Vehículos con catalizador (1.000)	3.301,072	3.855,753	54,3	14.512,5
Vehículos sin catalizador (1.000)	6.044,706	6.091,807	110,2	18.811,7
Diferencial impositivo	1,116	0,459	1,060	1,272
Prohibición de comercialización (dummy)	—	—	0	3

Fuente: Elaboración propia.

Una de las principales ventajas de los datos de panel es que permiten captar las diferencias inobservables entre los EEMM como, por ejemplo, las características geográficas, sociales, institucionales y de infraestructuras no incorporadas en el modelo que influyen en el consumo de gasolina (véase, entre otros, Hsiao, 1986). Esta consideración puede ser integrada en el análisis a través de una variable específica para cada país, de modo que el término de error se desagrega en dos componentes: $u_{it} = \varepsilon_{it} + u_i$, siendo ε_{it} la tradicional perturbación aleatoria y u_i el efecto individual de cada país. La estimación de estos modelos ha sido desarrollada en dos direcciones (véase, Wooldridge, 2002). Los modelos de efectos fijos, caracterizados por la correlación entre los regresores y el efecto individual, *versus* los modelos de efectos aleatorios, donde el efecto específico de cada agente se asume no correlacionado con los regresores⁸. En esta investigación el modelo de efectos fijos es estimado aplicando previamente la transformación intragrupos a la especificación inicial, que posteriormente es estimada por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), mientras que el modelo de efectos aleatorios ha sido estimado con Mínimos Cuadrados Generalizados (MGM) (véase, entre otros, Wooldridge, 2001, 2002)⁹.

⁸ Tradicionalmente se consideraba que la diferencia fundamental entre el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios consistía en el tratamiento otorgado al efecto individual. Así, en el primer caso éste se consideraba como un parámetro a estimar en cada sección cruzada, mientras que en el segundo se trataba como una variable aleatoria inobservable (Wooldridge, 2001).

⁹ En la estimación se utiliza «la constante media», C , de modo que α_i representaría la desviación del efecto individual del i th-individuo de la media y la suma de ambos términos ($C + \alpha_i$) sería el efecto específico u_i (véase, Hsiao (1986) pp. 32).

3.3. Resultados

Previamente a la estimación del modelo estático es preciso poner de relieve que la estimación de la ecuación (5) mediante MCO conlleva la inconsistencia de los parámetros a causa de los efectos individuales inobservables. Por este motivo, utilizamos un estimador que nos permita considerar esta cuestión econométrica, cuya elección está determinada por la posible existencia de correlación entre los regresores y el efecto individual. En este sentido, para contrastar si el modelo es de efectos fijos o aleatorios empleamos el Test de Hausman, que es rechazado ($\text{Prob} > X_2(4) = 0,0043(15,18)$), verificando tal correlación y dando lugar a que recurramos al estimador intragrupos anteriormente señalado.

El Cuadro n.º 2 contiene los resultados de las estimaciones de las ecuaciones (5) y (6). Por lo que respecta al modelo estático, los resultados obtenidos indican que la significatividad conjunta del modelo es buena, que todos los parámetros estimados son significativos y que, además, la interpretación de sus coeficientes es, en general, la esperada. En efecto, todas las variables influyen positivamente en el consumo de gasolina sin plomo. Así, el signo positivo del coeficiente del diferencial impositivo (β_3) indica que cuanto mayor sea el gravamen sobre la gasolina con plomo respecto a la sin plomo, dado que es sustitutivo de la gasolina sin plomo, mayor será el consumo de este último. Asimismo, el signo del coeficiente de la prohibición de comercialización (β_4) refleja que conforme se aproxima el año de prohibición, mayor será el consumo de la gasolina menos contaminante. Además, los vehículos con y sin catalizador (β_1 , β_2) influyen positivamente en el consumo de carburante.

Dado que el objetivo prioritario de este trabajo es verificar el éxito de la fiscalidad ambiental, cabe destacar el elevado valor del coeficiente del diferencial impositivo (β_3) frente al resto de variables. De este modo, se confirman los resultados obtenidos por Löfgren y Hammar (2000). Estos autores concluyeron que en el periodo 1985-1997 el diferencial en los precios de ambos carburantes había sido un factor determinante del éxito en este fenómeno en algunos países europeos. Además afirmaron que en aquellos otros países donde este proceso aún no había finalizado, deberían establecerse, entre otras medidas, la prohibición de comercialización de la gasolina con plomo.

En el modelo estático se realiza un contraste de correlación serial en la perturbación desarrollado por Wooldridge (2002) y Drukker (2003). Este test es rechazado indicando que la ecuación (5) no es adecuada ($\text{Prob} > F(1,6) = 0,000 (152,822)$). Este resultado unido a la incorporación de la dinámica en el modelo como señalamos previamente, puede plantearse especialmente oportuna en tanto que el carburante puede considerarse un bien de primera necesidad, conlleva que consideremos la ecuación (6) como el modelo definitivo.

Por lo que respecta a la estimación del modelo de ajuste parcial es preciso tener en cuenta que la presencia simultánea de los efectos individuales y de la variable de-

Cuadro n.º 2

Determinantes del consumo de gasolina sin plomo en los EEMM

1993-1999

Estimador	Especificación estática (Ecuación 5)	Especificación dinámica (Ecuación 6)		
	Intragrupos	MGM	Intragrupos	MCO
LVEH	0,991* (0,000)	0,341** (0,037)	0,332* (0,000)	0,103* (0,000)
LCATAL	0,854* (0,000)	0,265 (0,136)	0,310* (0,000)	0,041 (0,220)
LDIF	3,046* (0,000)	0,932** (0,037)	1,406* (0,000)	1,270* (0,001)
DVA	0,081** (0,016)	0,021*** (0,070)	0,026** (0,019)	0,014 (0,320)
C	6,400** (0,000)	—	-1,301*** (0,093)	0,330* (0,000)
LQ ₋₁	—	0,651* (0,000)	0,538* (0,000)	0,816* (0,000)
R ²	0,861		0,969	0,997
Test de significatividad conjunta	Prob> F (4, 32) = 0,000 (61,29)	Prob> F (5, 23) = 0,000 (283,28)	Prob> F (5, 24) = 0,000 (447,05)	Prob> F (5, 31) = 0,000 (2573,7)
Test de Sargan	Prob> X_2^2 (2) = 0,490 (1,43)			
Test de Hausman	Prob> X_2^2 (4) = 0,0043 (15,18)			

Notas: p-valor entre paréntesis. ***significativo al 10%, **significativo al 5%, * significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

pendiente retardada conlleva que no sea adecuado utilizar el estimador intragrupos, dado que los parámetros estimados con el mismo serían inconsistentes. Por ello, recurrimos al Método Generalizado de Momentos (MGM) desarrollado por Arellano y Bond (1991). Este procedimiento consiste en realizar la transformación en diferencias de la ecuación (6) y utilizar un conjunto de instrumentos formado por los retardos y las diferencias de las variables (véase, Roodman, 2006). En particular, los instrumentos utilizados en este trabajo son los retardos de orden $t-2$ de la variable dependiente. La consistencia del estimador depende de la validez de los instrumentos que es contrastada mediante el Test de Sargan que confirma la validez de los mismos en la estimación MGM.

La columna III del Cuadro nº 2 muestra la estimación del modelo dinámico mediante MGM, observándose que la significatividad conjunta del modelo es buena. En cuanto a los coeficientes estimados, los resultados reflejan que todas las variables, salvo *CATAL*, son significativas y presentan el signo esperado. Por consiguiente, la interpretación de sus coeficientes es similar a la que señalamos previamente en el modelo estático, aunque la magnitud de sus coeficientes, y consecuentemente, su influencia en el consumo de gasolina sin plomo se ha reducido notablemente. Además, del Cuadro nº 2 se desprende que el retardo de la variable dependiente es significativo e incide positivamente en el consumo de carburante. Esto significa que existe hábito en el consumo de carburante, es decir, el consumo pasado influye en el consumo presente, y por tanto, el modelo dinámico es adecuado.

Finalmente, ambos modelos, estático y dinámico, presentan una característica común consistente en que, tanto el diferencial

fiscal entre carburantes como la adaptación de los EEMM a la normativa europea de prohibición de comercialización de la gasolina con plomo, se presentan como factores determinantes del consumo de gasolina sin plomo.

Es pertinente poner de relieve que, como cabía esperar, en la estimación del modelo de ajuste parcial, el coeficiente estimado de la variable dependiente retardada mediante MGM es menor que el estimado mediante MCO y mayor que el obtenido con el estimador intragrupos como resultado de los sesgos que se derivan del uso del estimador MCO e intragrupos en presencia simultánea del retardo de la variable dependiente y de efectos individuales (consúltese Bond, 2002).

4. CONCLUSIONES

La cuestión clave de este trabajo reside en la valoración de la efectividad medioambiental de la fiscalidad sobre los carburantes, pues la reducida elasticidad-precio de la demanda de carburantes nos hace ser pesimistas en este sentido. A tal efecto, la investigación se centra en el papel desempeñado por este instrumento de protección medioambiental complementado por la adaptación de los socios comunitarios a la normativa europea de prohibición de comercialización de la gasolina con plomo en el proceso de sustitución de la gasolina con plomo por la de sin plomo que ha tenido lugar en la década de los noventa en la UE.

Con este objetivo en la primera parte del trabajo se valoran los impuestos sobre carburantes haciendo especial mención al tratamiento fiscal preferencial a la gasolina sin plomo. Esta medida presenta, además de las características comunes con el gravamen sobre carburantes-eficiencia estática y

dinámica, fuente de ingresos públicos, aplicación del principio «quien contamina paga»-una serie de rasgos propios. Por una parte, un diseño impositivo muy acorde con su objetivo ambiental. Y por otro lado, su existencia previa que favorece su aceptabilidad y la sencillez de su implantación.

Posteriormente, el consumo de carburante sin plomo es modelizado como una función que depende del stock de vehículos y del uso del mismo. Los factores determinantes de la utilización del parque automovilístico son: el diferencial impositivo entre carburantes y la adaptación a la prohibición de comercialización de la gasolina con plomo. Asimismo, en relación al parque automovilístico se distinguen dos tipos de vehículos: los equipados con catalizador y los que no.

El análisis econométrico del consumo de gasolina sin plomo en el que se plantea la sustitución de la gasolina con plomo por la de sin plomo se desarrolla mediante la técnica de datos de panel. En cuanto a los resultados de las estimaciones cabe destacar que el modelo de efectos fijos es más adecuado que el de efectos aleatorios y que el modelo

de ajuste parcial resulta la alternativa definitiva en la modelización de este fenómeno.

La principal conclusión de esta investigación reside en la verificación de la efectividad medioambiental de la diferenciación impositiva entre carburantes. Esto es, se ha constatado que existe una relación positiva y de elevada magnitud entre el tratamiento fiscal preferencial a la gasolina sin plomo y su consumo. Asimismo, se ha verificado la relevancia de la adaptación de los EEMM a la normativa europea de prohibición de comercialización de la gasolina con plomo.

Las limitaciones de este trabajo se derivan del corto periodo de análisis, lo que conlleva que el estudio se restrinja al efecto de los instrumentos de protección medioambiental sobre el uso del vehículo y no sobre su adquisición. Por ello, aunque las conclusiones alcanzadas nos conceden cierta luz sobre la relevancia de la implantación coordinada del diferencial impositivo y de la regulación sobre la gasolina con plomo en el fenómeno de la sustitución entre carburantes, han de ser tomadas con cierta cautela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASNESS, J. y LARSEN, E.R. (2002): «Distributional and environmental effects of taxes on transportation», Discussion Papers, No.321, Statics Norway, Research Department.
- ACEA (2005): New PC Registrations in W. Europe, ACEA, Bruselas.
- AEAT (2002): *Impuesto sobre hidrocarburos, Estudio relativo a 2001*, AEAT, Madrid.
- ALVES, D.C.O. y BUENO, R.D.L. (2003): «Short-run, long-run and cross elasticities of gasoline demand in Brazil», *Energy Economics*, nº 25, págs.191-199.
- ARELLANO, M. y BOND, S. (1991): «Some specification tests for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations», *Review of Economic Studies*, nº 58, págs. 277-298.
- BAKER, P., BLUNDELL, R. y MICKLEWRIGHT, J. (1989): «Modelling household energy expenditures using micro-data», *The Economic Journal*, nº 99, págs. 720-738.
- BAKER, P. y BLUNDELL, R. (1991): «The microeconomic approach to modelling energy demand: some results for UK households», *Oxford Review of Economic Policy*. nº 7, 2, págs. 54-76.
- BALTAGI, B. y GRIFFIN, J. (1983): «Gasoline demand in the OCDE. An application of pooling and testing procedures», *European Economic Review*, nº 22, págs. 117-137.

- BANFI, S., FILIPPINI, M. y CHUNT, L. (2005): «Fuel tourism in border regions: The case of Switzerland», *Energy Economics*, nº 27, 5, págs. 689-707.
- BARKER, T., BAYLIS, S. y BRYDEN, C. (1994): «Achieving the Rio Target: CO₂ abatement through fiscal policy in the UK», *Fiscal Studies*, nº 15, 3, págs.1-18.
- BELHAJ, M. (2002): «Vehicle and fuel demand in Morocco», *Energy Policy*, 30, págs. 1163-1171.
- BERNDT, E.R. y BOTERO, G. (1985): «Energy demand in the transportation sector of Mexico», *Journal of Development Economics*, nº 3, págs. 219-238.
- BOND, S. (2002): «Dynamic panel data models: a guide to microdata methods and practice», *Working Paper Centre for Microdata Methods and Practice*, 9, *The Institute for Fiscal Studies*.
- BREUSCH, T. S. y A.R. PAGAN (1980): «The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics», *Review of Economic Studies*, nº 47, págs. 239-253.
- BUTTON, K.J. (1993): *Transport, the Environment and Economic Policy*, USA, Edward Elgar, págs. 95-115.
- BUTTON, K.J. y RIETVELD, P. (2002): «Transport and the environment», en Van der Bergh, J. (ed.): *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Cheltenham, Edward Elgar, págs. 581-589.
- COMISIÓN EUROPEA (2002a): «La fiscalidad de los turistas en la Unión Europea. Opciones a escala nacional y comunitaria», COM (2002) 43 final, Bruselas.
- COMISIÓN EUROPEA (2002b): «Sobre políticas y medidas de la UE para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: hacia un Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PEEC)», COM (2002) 88 final, Bruselas.
- COMISIÓN EUROPEA (1997): «Proposal for a Council Directive Restructuring the Community Framework for the Taxation of Energy Products», COM (97) 30 final, Bruselas.
- DAHL, C.A. (1986): «Gasoline demand survey», *Energy Journal*, págs. 67-82.
- DAHL, C.A. y STERNER, T. (1990): «The pricing of and the demand for gasoline. A survey of models», Memorandum 132, Goteburg University, Sweden.
- DRUKKER, D.M. (2003): «Testing for serial correlation in linear panel-data models», *The Stata Journal*, 3, 2, pág.110.
- ECOTEC (2001): *Study on the Economic and Environmental Implications of the Use of Environmental taxes and charges in the European Union and its Member States*.
- ESKELAND, G.S. y FEYZIOGLU, T.N. (1997): «Is demand for polluting goods manageable? An econometric study of car ownership and use in Mexico», *Journal of Development Economics*, nº 53, págs. 423-455.
- ESPEY, M. (1998): «Gasoline demand revisited: an international meta-analysis of elasticities», *Energy Economics*, nº 20, 3, págs. 273-295.
- EUROPEAN COMMISSION-DG TAXATION and CUSTOMS UNION (2002): *Study on vehicle taxation in the member states of the European Union*, Final Report.
- EUROPEAN COMMISSION-DG FOR TRANSPORT (1995): *Towards fair and efficient pricing in transport-Policy options for internalising the external costs of transport in the European Union*, COM(95) 691.
- EUROSTAT (2006): http://europa.eu.int/comm/eurostat/newcronos/reference/display.do?screen=welcomeref&open=/&product=EU_strind&depth=1&language=en
- GOODWIN, P. (1992): «A review of new demand elasticities with especial reference to short and long run effects of price changes», *Journal of Transport Economics and Policy*, nº 26, págs. 155-163.
- HAMMAR, H., Å. LÖFGREM y STERNER, T. (2004): «Political Economy Obstacles to Fuel Taxation», *Energy Journal*, 25, 3, pp 1-17.
- HAUSMAN, J.A. (1978): «Specification test in econometrics», *Econometrica*, nº 46, págs. 1251-1271.
- HSIAO, C. (1986): *Analysis of panel data*, Cambridge Univ. Press, New York, NY.
- LEICESTER, A. (2005): «Fuel taxation», *Briefing Note nº 55*, *The Institute for Fiscal Studies*.
- KAYSER, H.A. (2000): «Gasoline demand and car choice: estimating gasoline demand using household information», *Energy Economics*, nº 22, págs. 331-348.
- LEICESTER, A. (2005): «Fuel taxation», *The Institute for Fiscal Studies, Briefing Note No. 55*.
- LIN, A-I., BOTSAS, E.N. y MONROE, S.A. (1985): «State gasoline consumption in the USA, an econometric analysis», *Energy Economics*, nº 7, 1, págs. 29-36.
- LÖFGREN, A. y HAMMAR, H. (2000): «The phase-out of leaded gasoline in the UE: a successful failure?», *Transportation Research Part D*, nº 5, págs. 419-431.
- KENNEDY, P. (2003): *A guide to Econometrics*, Blackwell Publishing (Eds.), Australia.

- MADLENER, R. (1996): «Econometric analysis of residential energy demand: a survey», *The Journal of Energy Literature*, nº 11, 2, págs. 3-32.
- MAYERES, I. (2002): «Taxes and transport externalities», *Working Papers Series* nº 2002-11, Catholic University of Leuven.
- MORGENSTERN, R. (1995): «Environmental taxes: Dead or alive?», *Discussion Paper* nº 96-03, *Resources for the Future*.
- OCDE (1997): *Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy*, Paris.
- OCDE (2001): *Environmentally Related Taxes in OECD Countries Issues and strategies*, Paris.
- PROOST, S. y CALTHROP, E. (2002): «Environmental pricing in transport», *Working Papers Series*, nº 2002-08, Catholic University of Leuven.
- REZA, A.M. y SPIRO, M.H. (1979): «The demand for passenger car transport services and for gasoline», *Journal of Transport Economics and Policy*, September, págs. 304-319.
- RICKERTSEN, K. (1998): «The demand for foods and beverages in Norway», *Agricultural Economics*, nº 18, págs. 89-100.
- RODEKOH, M.E. (1979): «Demand for transportation fuels in the OCDE: A temporal cross-section specification», *Applied Energy*, nº 5,3 ,págs. 223-231.
- ROODMAN, D. (2006): «How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata», *Working Paper Center for Global Development*, 103.
- SIPES, K. y MENDELSON, R. (2001): «The effectiveness of gasoline taxation to manage air pollution», *Ecological Economics*, nº 36, págs. 299-309.
- SMITH, S. (1995a): «Taxation and Transport», en *Environmental taxes and charges*, Kluwer law International, The Netherlands, págs. 55-63.
- SMITH, S. (1995b): «Green» taxes and the charges: policy and practice in Britain and Germany, The Institute for Fiscal Studies, London.
- SMITH, Z. (2000): «The petrol tax debate», *The Institute for Fiscal Studies*, Briefing Note nº 8.
- STERNER, T. (1990): *The Pricing and Demand for Gasoline*, The Swedish Transport Research Board.
- STERNER, T., DAHL, C.A. y MMIKAE, F. (1992): «Gasoline tax policy, carbon emissions and the global environment», *Journal of transport Economics and Policy*, nº 26, págs. 109-119.
- STORCHMANN, K. (2005): «Long-run gasoline demand for passenger cars: the role of income distribution», *Energy Economics*, nº 27, págs. 25-58.
- TISHLER, A. (1983): «The demand for cars and gasoline: A simultaneous approach», *European Economic Review*, nº 20, págs. 271-287.
- WASERFALLEN, N. y GÜNTENSPERG, H. (1988): «Gasoline consumption and the stock of motor vehicles, an empirical analysis for the swiss economy», *Energy Economics*, nº 10 (4), págs. 276-282.
- WEIZSÄCKER, E. y JESINGHAUS, J. (1992): *Ecological Tax Reform*, Zed Books Ltd., London.
- WOOLDRIDGE, J.M. (2001): *Introducción a la econometría, un enfoque moderno*, Thomson Learning, Mexico.
- WOOLDRIDGE, J.M. (2002): *Econometric analysis of Cross Section and Panel Data*, The Mit Press, England.
- XEPADEDAS, A. (2002): «Non-Point source pollution control» en Van der Bergh, J. (ed.): *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Edward Elgar. Cheltenham, págs. 539-550.