

CAMBIO CLIMÁTICO Y POLÍTICAS IMPOSITIVAS DE CONTROL

Alberto Gago, Xavier Labandeira y Miguel Rodríguez
Departamento de Economía Aplicada
Universidade de Vigo

1. Introducción

La gravedad de los fenómenos de cambio climático, con un creciente consenso científico sobre los daños asociados, ha impulsado en los últimos meses un importante proceso de concertación internacional para el control de las emisiones de gases de efecto invernadero. Entre los mecanismos disponibles para la reducción de tales emisiones se encuentra la alternativa impositiva. De hecho, la magnitud de los ingresos derivados de las políticas impositivas para la reducción del cambio climático ha originado un amplio debate sobre la utilidad de estos instrumentos para la reforma fiscal moderna.

En este trabajo nos ocupamos de contextualizar este debate en los arreglos institucionales para el control del cambio climático, además de referirnos someramente a su cristalización en las denominadas reformas fiscales verdes. Sin embargo, nuestro objetivo primordial es sintetizar los resultados de la abundante evidencia empírica existente sobre los efectos de tales políticas impositivas de control.

En este sentido, nuestra aportación se inicia con una actualización de la evidencia científica sobre cambio climático y las perspectivas que se abren tras los acuerdos alcanzados para la ratificación del Protocolo de Kioto. Seguidamente nos referimos al modelo de reforma fiscal verde y a la teoría del doble dividendo de la imposición ambiental, su sustento teórico fundamental. El tercer apartado se ocupa de la evidencia empírica sobre reformas fiscales verdes, con una descripción de metodologías disponibles (3.1), una síntesis de resultados (3.2) y un análisis de los factores determinantes de éstos (3.3). Finalmente el trabajo se cierra con un epígrafe de conclusiones, las referencias bibliográficas y un anexo de cuadros y gráficas.

2. Cambio Climático y...

El control del denominado calentamiento global o cambio climático se ha convertido en una necesidad a medida que los avances científicos han conseguido sensibilizar a numerosos gobiernos acerca de los riesgos asociados a las alteraciones climáticas. En particular, dos han sido los elementos institucionales clave en este proceso.

En primer lugar, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC en terminología anglosajona), órgano científico de Naciones Unidas que aglutina a más de mil investigadores de todo el mundo. El IPCC ha finalizado en 2001 su tercer informe de evaluación, en el que ha alcanzado un amplio consenso a partir de la evidencia científica sobre la evolución del cambio climático. Así, la creciente concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera va a provocar efectos físicos y económicos muy significativos (elevación del nivel del mar, precipitaciones masivas, grandes sequías, etc.) en todo el planeta. El dióxido de carbono (CO₂) representa en torno al 80% del total de las emisiones causantes del calentamiento global y, por tanto, ocupa un lugar central en las políticas de control

El otro elemento institucional importante es la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC con siglas en inglés), vigente desde 1994 como resultado destacado de la Cumbre de Río en 1992. La UNFCCC asumió la necesidad de reducir las emisiones en la década siguiente, pero no fijó obligaciones estrictas para sus firmantes. El objetivo de la Cumbre de Kioto, celebrada en 1997, fue precisamente fijar el compromiso de reducción de emisiones para los países desarrollados (5,6% promedio sobre los niveles de 1990) y el plazo para cumplirlo (2008-2012). EE.UU se comprometió a reducir sus emisiones de gases un 7% y la Unión Europea un 8%, con el reparto interno por países que recoge la **Tabla 1**¹.

El reglamento del Protocolo de Kioto quedó pendiente para cumbres posteriores. La Haya, en noviembre de 2000, supuso el primer intento de precisar los métodos para realizar y contabilizar las reducciones establecidas en Kioto. Los desacuerdos fueron notorios, alrededor sobre todo de la definición de los sumideros o reservas forestales con capacidad de absorción de CO₂. La siguiente cumbre fue celebrada en Bonn, en julio de 2001, en donde se alcanzó un acuerdo reglamentario básico sobre ambas cuestiones, así como un sistema de penalizaciones a los posibles incumplimientos. La cumbre de Marrakech, celebrada entre octubre y noviembre de

¹ Como puede observarse, es evidente el incumplimiento de los compromisos de Kioto dentro de la UE, especialmente en el caso español. Esto contrasta con el activo papel negociador que recientemente ha llevado a cabo la UE para asegurar la supervivencia del Protocolo de Kioto.

2001, dio solución a los últimos detalles pendientes antes de la ratificación del Protocolo a lo largo de 2002².

... Reformas Fiscales Verdes

Una de las novedades fiscales más destacadas de los últimos años es la presencia creciente de la imposición ambiental en los sistemas fiscales de los países desarrollados, tendencia que se inició con fuerza a principios de los años noventa. Inicialmente, la incorporación de la imposición ambiental y de las propuestas de reforma fiscal verde³ tuvo como objetivo preferente la reducción de los elevados niveles de desempleo existentes en los países europeos. De hecho esta fue la política fiscal recomendada por la Comisión Europea (1994) en un libro blanco que propuso la aplicación de un nuevo impuesto sobre las emisiones de CO₂ como 'una de las mejores contrapartidas a la reducción del coste de trabajo en 1 o 2 puntos de PNB' por la vía de la reducción de las cotizaciones sociales. Durante los últimos ocho años, la mayor parte de las experiencias de los países europeos con este tipo de impuestos han estado inspiradas en objetivos laborales y, a la postre, de mayor eficiencia y crecimiento económicos (véase Gago, Labandeira y Rodríguez, 2001).

En resumen, cada vez son más poderosos los argumentos que defienden la aplicación generalizada de nuevos impuestos ambientales, especialmente sobre las emisiones de CO₂. Por un lado, su aplicación permite moderar los consumos de mayor impacto en términos de cambio climático, constituyendo en este momento el mecanismo que mejor puede ayudar a cumplir los compromisos de Kioto. Por otro, su utilización en el marco de las reformas fiscales verdes puede tener una incidencia económico-laboral muy importante, con efectos positivos en términos de empleo y crecimiento. La posibilidad de alcanzar estos dos impactos positivos, ambiental y económico-laboral, es la hipótesis que sostiene la teoría del doble dividendo desde hace más de una década. Sus fundamentos teóricos han sido analizados por los autores en otro trabajo (Gago, Labandeira y Rodríguez 2002). En éste, como ya hemos indicado, revisaremos lo que hasta el momento permite concluir al respecto la investigación empírica.

² El Protocolo de Kioto entrará en vigor cuando haya sido ratificado por al menos 55 países firmantes de la UNFCCC, incluyendo los países industrializados que representen al menos el 55% del total de las emisiones de dióxido de carbono medidas en 1990.

³ En esencia, la denominada reforma fiscal verde propone la utilización de los impuestos ambientales como contrapeso de diversas reducciones en la imposición sobre la renta (personal y societaria) y en las cotizaciones sociales, en un marco de neutralidad recaudatoria. Véanse para más detalles los trabajos de Gago y Labandeira (1999) y (2000).

3. Evidencia Empírica de Reformas Fiscales Verdes

En este epígrafe realizamos primeramente una revisión de las distintas alternativas metodológicas que han sido empleadas para cuantificar los efectos económicos y ambientales de reformas fiscales verdes. A continuación, nos referimos a los resultados obtenidos por la aplicación de dichas metodologías a un conjunto de países (entre ellos España). Finalmente, describimos las variables o factores que juegan un papel relevante en las conclusiones de la evidencia empírica.

Uno de nuestros objetivos será por tanto ampliar y actualizar anteriores revisiones realizadas en Grubb et al. (1993) y en Clarke et al. (1996). Sin embargo nuestra aportación va más allá, al incluir un análisis detallado de los resultados atendiendo al tipo de reforma fiscal simulada o a la manera en la cual los ingresos de la imposición ambiental se reciclan, ampliando así el análisis realizado en otros trabajos, como por ejemplo Majocchi (1996) y especialmente Hoerner y Bosquet (2001).

La revisión bibliográfica realizada ha sido amplia, lo que nos permite elaborar conclusiones claras acerca de la validez de la hipótesis del doble dividendo de la imposición ambiental. Debemos destacar en este sentido que la revisión realizada en Hoerner y Bosquet (2001), la más amplia y actualizada hasta este momento, ha manejado un número muy inferior de simulaciones (104, frente a las 207 simulaciones revisadas en este trabajo). Además, más de la mitad de las simulaciones analizadas en ese trabajo fueron obtenidas mediante modelos macroeconómicos, un tipo de metodología fuertemente criticada por inadecuada desde los años setenta. En nuestra aportación, sin embargo, la mayoría de las estimaciones analizadas fueron obtenidas mediante modelos de equilibrio general dinámicos (dominantes desde la pasada década).

3.1. Metodologías alternativas de análisis

Muchos son los trabajos y metodologías que han tratado de estimar la incidencia de nuevos impuestos ambientales para reducir los gases causantes del efecto invernadero. La clasificación más interesante la podemos encontrar en Capros et al. (1991), que diferencian entre modelos tecnológicos o ingenieriles (también conocidos por modelos abajo-arriba o *bottom-up*), y los modelos económicos (también conocidos por modelos arriba-abajo o *top-down*).

3.1.1. Modelos Tecnológicos

La denominación de modelos tecnológicos responde al tratamiento detallado que dispensan estos métodos a la tecnología utilizada por productores y consumidores de energía. La estrategia adoptada en este sentido puede ser doble. Una primera opción lleva al analista a valorar todas aquellas medidas técnicas que permitan ahorrar energía y reducir las emisiones contaminantes (costes y vida útil de las distintas técnicas disponibles en la actualidad o en el corto y medio plazo, menor gasto energético, menores emisiones contaminantes). En este sentido, llaman la atención los optimistas resultados de este tipo de modelos. La revisión bibliográfica realizada por Grubb et al. (1993) les permite concluir por ejemplo que es posible reducir las emisiones de CO₂ en más de un 20%, incurriendo en costes negativos o nulos. Jaccard y Montgomery (1996) observan igualmente que reducir las emisiones de CO₂ en un 20% en EEUU ocasiona costes económicos que van desde el -1.2% al +0.6% del PIB según los modelos, aun cuando la mayor parte de ellos ofrecen costes negativos o nulos. Estos resultados han creado cierto interés en torno a la que ha dado en llamarse 'paradoja de la eficiencia', o la razón por la que consumidores y empresarios no aprovechan las beneficiosas oportunidades para ahorrar energía que brinda la tecnología (véase DeCanio, 1998).

La segunda de las estrategias de análisis modela explícitamente el comportamiento de los agentes. Son modelos aplicados principalmente al sector eléctrico en los que se caracteriza la generación, transmisión, y los precios de esta industria. Gusbin y Kouvaritakis (2000) estiman, por ejemplo, que cumplir con los compromisos ambientales establecidos en el acuerdo de Kioto repercutiría en una pérdida del -0.3% del PIB estadounidense y del -0.1% del PIB europeo en el año 2010. Por su parte, Capros y Matanzos (2000) predicen que el cumplimiento del protocolo de Kioto por parte de la Unión Europea provocaría unos costes de 20 a 25 ECU por tonelada de carbono emitida, utilizando para ello el modelo europeo PRIMES (que simula el mercado energético para cada país miembro de la EU-15 entre los años 2000-2030).

Los anteriores son en cualquier caso modelos parciales, centrados únicamente en los efectos sobre la oferta y la demanda de energía, sin considerar cómo dichos efectos pueden repercutir sobre el resto de la economía. Todas estas limitaciones han conducido al desarrollo de nuevos modelos híbridos, que integran modelos tecnológicos y modelos económicos, como por ejemplo el modelo HERMES-MIDAS de Beaumais y Bréchet (1995) o el modelo MDM-3M de Cambridge Econometrics (1998).

3.2.2. Modelos Económicos

Los modelos económicos, por contra, no consideran habitualmente las posibilidades técnicas de mejorar la eficiencia energética de las tecnologías actuales, ni es siempre satisfactorio el tratamiento dispensado a las tecnologías disponibles en el futuro. Sus estimaciones están basadas en la información obtenida del pasado⁴, a la que aplican una gran variedad de metodologías, de las que nos ocupamos a continuación.

· Modelos Input-output

Los modelos input-output han jugado históricamente un importante papel en el análisis económico, y en particular, para el análisis de los efectos provocados por una reforma fiscal. Podría decirse que son una versión simplificada de un modelo de equilibrio general estático en el cual los coeficientes técnicos de producción son fijos (coeficientes input-output o de Leontief). Esto quiere decir que no existen posibilidades técnicas de sustitución (elasticidades nulas), lo que ha determinado la utilización limitada de esta metodología.

· Modelos de Equilibrio Parcial

Los análisis de equilibrio parcial pretenden, como su nombre indica, realizar estudios parciales de los efectos provocados por un impuesto ambiental sobre una determinada economía. De hecho, su objetivo es similar al perseguido por los modelos tecnológicos. Quizás la forma más sencilla de realizar este tipo de análisis es utilizando modelos agregados de equilibrio parcial (con datos agregados referidos a distintas industrias, consumidores). En la **Tabla 2** presentamos los resultados obtenidos por los modelos agregados de equilibrio parcial más relevantes.

Una segunda alternativa dentro de los modelos de equilibrio parcial consistiría en utilizar observaciones individuales. Estos modelos, también llamados microeconómicos, analizan de forma exhaustiva el comportamiento de un grupo de agentes frente a la introducción de un impuesto ambiental. Los resultados obtenidos con algunos de estos modelos sugieren que los impuestos ambientales provocan efectos regresivos sobre la distribución de la renta⁵. Sin embargo, Metcalf (1999) argumenta que el impacto sobre la distribución de la renta puede ser despreciable, dependiendo de la forma en la cual los ingresos ambientales sean reciclados

⁴ En este sentido, Jaccard y Montgomery (1996) afirman que las observaciones del pasado no tienen por qué ser válidas para un futuro en el cual la política o la I+D están mucho más orientadas hacia los problemas provocados por el efecto invernadero. De ser cierta esta observación, los costes estimados por los modelos económicos serán mayores que los verdaderos costes de reducir las emisiones.

Labandeira y Labeaga (2001) advierten además que su incidencia puede estar condicionada por los hábitos de consumo en cada país o región (en función, por ejemplo, de las diferencias climáticas). En cualquier caso, si una reforma fiscal verde es capaz de generar efectos positivos sobre el empleo, es posible que la incidencia regresiva del impuesto pueda ser atenuada e incluso contrarrestada.

· Modelos Macroeconómicos

Los modelos macroeconómicos representan el tipo de modelos utilizados tradicionalmente para predecir la evolución de los principales agregados de la contabilidad nacional en el corto y medio plazos. Se dicen econométricos porque son estimados econométricamente, principalmente mediante técnicas de cointegración, a partir de series de datos temporales. Son modelos, sin embargo, que han estado sujetos a fuertes controversias tras la crítica lanzada por Lucas (1976) que puso en duda su utilidad para simular los efectos de las políticas públicas, papel que desde entonces han protagonizado de forma dominante los modelos de equilibrio general. Pese a todo, pueden ofrecer buenas predicciones acerca de los efectos más inmediatos en el corto plazo.

La **Figura 1** muestra los resultados que han sido obtenidos en 101 simulaciones distintas con modelos macroeconómicos. El 87% de las simulaciones (77) estiman que los efectos sobre el empleo serán positivos o nulos, mientras que el número de simulaciones que estiman efectos de igual signo sobre el PIB alcanzan el 71% (64). Representan por tanto un fuerte respaldo a la hipótesis del doble dividendo de la imposición ambiental. En la **Tabla 3** enumeramos algunos trabajos que pueden ser muy ilustrativos del tipo de resultados obtenidos mediante formas de reciclaje alternativas. Destacamos entre ellos Comisión Europea (1994), donde se simula la propuesta realizada por Drèze y Malinvaud (1993) en el sentido de reducir únicamente las cotizaciones sociales (CC.SS.) de los trabajadores menos cualificados.

· Modelos de Equilibrio General

El último método de análisis que resta por considerar es el más completo. Debe su nombre a la consideración de que todos los mercados del sistema económico (modelo general, con mayor o menor grado de desagregación) están en equilibrio en todo momento, siendo los fundamentos microeconómicos muy importantes. Su definición muestra diferencias notables según se adopte una perspectiva estática o dinámica.

⁵ Véase Brännlund y Nordström (1999) para Suecia, Symons et al. (1994) para el Reino Unido o Cornwell

a) Modelos Estáticos

Los modelos de equilibrio general estáticos no simulan la evolución o senda económica entre el viejo y el nuevo equilibrio al cual se dirige la economía, ni por tanto los costes de transición entre ambos. Son modelos que permiten comparar una situación de equilibrio *ex-ante*, con otra situación *ex-post* después de una reforma. Buena parte de los modelos de equilibrio general estáticos (**Figura 2**) estiman efectos negativos de la imposición ambiental sobre el bienestar (67%) y sobre el PIB (63%), contradiciendo así la hipótesis del doble dividendo. Estos resultados, sin embargo, han sido obtenidos sin propuestas de reciclaje apropiadas. De hecho, 24 de las 37 estimaciones analizadas han supuesto la devolución de los ingresos ambientales mediante transferencias de tanto alzado, tratándose de reformas pigouvianas y no de reformas fiscales verdes. Basta indicar así que el 40% de las simulaciones con reducción de los costes laborales, el 67% con IVA, y el 100% de las simulaciones que consideran la reducción de la renta personal o del déficit público (no neutrales), ofrecen resultados no negativos.

En la **Tabla 4** mostramos los resultados obtenidos en algunos de los trabajos más relevantes. De entre estos destacan Edwards y Hutton (1999), quienes utilizan el modelo RAINS para simular las emisiones de diversos gases contaminantes a partir de los datos que caracterizan el nuevo equilibrio tras una reforma fiscal verde. Por otro lado, Hakonsen y Mathiesen (1997) incluyen dentro de un modelo aplicado a Noruega algunas de las externalidades provocadas por la contaminación del aire y el tráfico de los vehículos (costes para la salud, materiales, productividad). De su trabajo se desprende que la política fiscal óptima sin externalidades consistiría en reducir las emisiones de CO₂ en un 10%. Cuando se incluyen algunas externalidades en el modelo, como la congestión o el gasto público provocado por los accidentes de tráfico, la política ambiental óptima sería aquella que redujera las emisiones de CO₂ en un 15% mediante la introducción de un impuesto de 80 US\$ por tonelada de CO₂.

a) Modelos Dinámicos

Por su parte, los modelos dinámicos de equilibrio general permiten mostrar los efectos económicos de una hipotética reforma fiscal verde en el corto, medio y largo plazos. Son modelos que habitualmente consideran un menor grado de desagregación (un único consumidor, pocos sectores económicos) con el fin de evitar complejidades. Los resultados obtenidos en las 69 simulaciones que hemos revisado ofrecen un panorama muy desigual según la variable utilizada para valorar los efectos de la imposición ambiental (véase **Figura 3**). El 90% de las

y Creedy (1996) para Australia.

simulaciones consideran que sus efectos sobre el nivel de empleo serán positivos o nulos, mientras que el porcentaje de simulaciones que estiman efectos de igual signo sobre el PIB se reducen a un 49%, siendo tan sólo el 19% de las simulaciones las que estiman efectos no negativos sobre el bienestar. Dichos resultados representan sin lugar a dudas un importante respaldo a la hipótesis de un dividendo económico extra de la imposición ambiental, y muy especialmente de las tesis en favor de efectos favorables sobre el empleo.

De los trabajos de esta opción metodológica presentados en la **Tabla 5** destacan en primer lugar los realizados por Jorgenson y Wilcoxon (1993), Bye (1996) y Carraro et al. (1996). En dichos estudios se utilizan modelos cuyas las funciones de demanda, tanto de factores para las empresas como de bienes para los consumidores, han sido estimadas econométricamente. Por ello, este tipo de modelos reciben el calificativo de modelos econométricos de equilibrio general. Por otra parte, algunos autores han tratado de integrar en un mismo modelo elementos económicos y ambientales que interaccionan entre ellos. Son los denominados modelos económicos y climáticos o 'modelos de análisis integrado', por ejemplo el modelo MERGE de Manne y Richels (2000) o el RICE de Nordhaus (1996).

3.2. Variables Determinantes de los Resultados Empíricos

De lo precedente se extrae que el conjunto de estimaciones disponible presenta una elevada dispersión. Ello puede responder a los diferentes supuestos utilizados en los distintos análisis o a la variada estructura económica de cada territorio, y no exclusivamente al tipo de reforma fiscal aplicada. Es importante entonces que dispongamos de ciertos criterios que nos permitan valorar la evidencia empírica disponible. Varios autores han realizado este trabajo, como por ejemplo Grubb et al. (1993), Clarke et al. (1996), y Repetto y Austin (1997), si bien hay que mencionar el proyecto del Energy Modelling Forum 12 (Shackleton et al., 1992; Gaskin y Weyant, 1993) y el auspiciado por la OCDE (Hoeller et al., 1990; Dean y Hoeller, 1992; Hoeller et al., 1992). Estos proyectos consistieron en comparar los resultados obtenidos por diferentes modelos, una vez fueron estandarizados algunos de sus parámetros.

En este sentido, la tasa de crecimiento del PIB o la población, la evolución de los precios relativos de los productos energéticos o el crecimiento autónomo de la eficiencia energética⁶, entre otros, son de capital importancia en la determinación de los resultados obtenidos por cualquier modelo. No cabe ninguna duda de que cuanto mayor sea el crecimiento de una

⁶ Esto es, cambios en la intensidad energética no relacionados con modificaciones en los precios relativos.

economía, *ceteris paribus* mayor será el volumen de emisiones contaminantes a la atmósfera. Lo mismo se puede afirmar, aunque en sentido opuesto, acerca del comportamiento de los precios energéticos. Por otra parte, cuanto mayor sea el crecimiento autónomo de la eficiencia energética, *ceteris paribus* será menor el consumo de productos energéticos y con ello sus precios relativos, lo que define un ambiguo efecto final. En definitiva, cuanto mayores sean las emisiones estimadas en el futuro en ausencia de cualquier política ambiental, mayor será la reducción que se deba practicar en las emisiones para alcanzar un mismo objetivo ambiental y, con ello, los costes soportados por la sociedad.

Existe también una relación no lineal entre la reducción realizada en las emisiones y los costes inducidos sobre la economía. Para obtener pequeñas reducciones en el volumen de emisiones serán suficientes medidas simples y baratas, pero serán necesarias nuevas y costosas inversiones a medida que las reducciones exigidas sean mayores. Ello determina además que los costes de reducir las emisiones contaminantes puedan depender del horizonte temporal considerado. Frente a una política ambiental más restrictiva, los cambios tecnológicos que fueran necesarios podrían realizarse a medida que los antiguos equipos lleguen al final de su vida útil (se deprecien), permitiendo con ello que los costes de ajuste sean menores.

Otro factor determinante en cualquier modelo son las fuentes alternativas de energía limpia en el futuro. La mayor o menor disponibilidad (volumen de producción) y su precio condicionarán los costes de cualquier reforma fiscal verde. Será precisamente el precio de las nuevas fuentes de energía el que determine los costes máximos de la política ambiental.

Los resultados ambientales de una reforma fiscal verde también pueden ser condicionados por las elasticidades de sustitución empleadas en la modelización: entre los diferentes combustibles fósiles, entre combustibles fósiles y otras fuentes de energía, y entre fuentes de energía y otros factores productivos o bienes de consumo. Estas elasticidades pueden definirse de forma explícita o implícita. Por ejemplo, una forma implícita de considerar elasticidades de sustitución nulas entre distintos combustibles fósiles o entre estos y otras fuentes de energía es agregar todos ellos bajo un bien genérico energía. Así, en estos modelos con alto grado de agregación sólo será posible reducir las emisiones disminuyendo el consumo de energía en general.

El argumento es similar cuando nos referimos al número de bienes de consumo y bienes intermedios en un modelo. Que duda cabe que cuánta mayor sea la flexibilidad que permita un modelo (elasticidades de sustitución, desagregación, nuevas fuentes de energía, horizonte

temporal), menores serán los costes de una reforma fiscal. Las elasticidades de sustitución pueden tener sin embargo un efecto complejo, ya que los mercados inelásticos son propensos a soportar mayores excesos de gravamen. Por la misma razón, son también los mercados en los que serán mayores las ganancias de bienestar derivadas del efecto reciclaje de un impuesto ambiental.

Además, la mayoría de los análisis empíricos centran su atención en valorar los costes de reducir las emisiones de CO₂. Sin embargo, existen otros gases contaminantes que también contribuyen al efecto invernadero del planeta. Cuanto mayor sea el número de gases considerados por la política ambiental, mayor será el número de bienes sujetos a gravamen (base impositiva más extensa). Con ello también aumentan las opciones tecnológicas para alcanzar una reducción global en las emisiones contaminantes, reduciéndose así los costes para lograr un mismo objetivo ambiental.

Existen simultáneamente características que le son propias a cada región y que determinan que una idéntica política ambiental tenga resultados dispares en diferentes países. Por ejemplo, un impuesto ambiental sobre las emisiones de CO₂ tendría menores repercusiones en un país con altas capacidades de generación nuclear e hidráulica. Asimismo, una reforma fiscal verde tendrá unos efectos menores en aquellos países con mayores precios relativos de la energía (quizás debido al sistema fiscal vigente). Esto es así porque el grado de eficiencia energética en estos países será con toda probabilidad más elevado, haciéndose más difícil la reducción en las emisiones contaminantes.

Por último, los trabajos centrados en el corto plazo analizan principalmente los costes de transición provocados por un impuesto ambiental (adaptación de los antiguos equipos o plantas productivas, desempleo de trabajadores y capital, etc.), de modo que los resultados obtenidos con estos trabajos son especialmente negativos. En la medida en que el transcurrir del tiempo permite que una economía asimile y se acomode a las nuevas circunstancias, los costes que habrá de soportar serán menores. Por esta razón los trabajos que evalúan los costes provocados por un impuesto ambiental en el largo plazo ofrecen resultados considerablemente menos pesimistas.

4. Valoración General de los Resultados Empíricos

A pesar de las divergencias señaladas en las tecnologías empíricas aplicadas y la dispersión existente en los resultados, es posible extraer una valoración general relevante y clarificadora

para la reforma fiscal verde. Las conclusiones más importantes que podemos obtener de las 207 simulaciones analizadas y que valoran los efectos sobre el empleo, el PIB o el bienestar⁷ son las siguientes.

La primera lección es que existe evidencia empírica que permite sostener como cierta la hipótesis de un doble dividendo de la imposición ambiental (véase **Figura 4**). En cuanto al rango de los resultados, es decir a la magnitud de los cambios provocados, podemos extraer las siguientes conclusiones (**Figuras 5 y 6**). El 84% de las estimaciones que ofrecen resultados de la imposición ambiental sobre el empleo y el 78% de las que lo hacen para el PIB estiman que la magnitud de los cambios provocados estarían comprendidos en el intervalo (-0.5%, +1.5%). Es decir, hay evidencia de que los cambios provocados por los impuestos ambientales sobre el PIB o el empleo son significativamente positivos. Los análisis empíricos revelan además que los efectos sobre el bienestar son poco revelante, pues un 88% de las estimaciones consideran que los cambios provocados sobre el bienestar estarían comprendidos en el intervalo (-0.5%, +0.5%). No obstante, estos resultados deben ser tomados con cautela, pues están condicionados por las distintas formas de reciclar los ingresos ambientales en las simulaciones.

En segundo lugar, el reciclaje de los ingresos ambientales mediante la reducción de las cotizaciones sociales a cargo de los empleadores es la opción más utilizada en los trabajos aplicados, de manera que en esta revisión bibliográfica hemos incluido 106 simulaciones de esta naturaleza. El 98% y el 87% de tales simulaciones han estimado efectos positivos o nulos sobre el empleo y el PIB respectivamente (**Figura 7**). Aproximadamente el 50% de las simulaciones consideran que los efectos sobre el bienestar serían igualmente no negativos, aunque en este caso tan sólo disponemos de 11 simulaciones. Puesto que en estas valoraciones no se incluyen los efectos favorables sobre el bienestar de la consiguiente mejora ambiental y otros efectos externos asociados, podríamos concluir que los efectos sobre el bienestar serían igualmente positivos en su inmensa mayoría. En consecuencia la evidencia empírica es concluyente: una reforma fiscal verde de estas características ofrece con casi total probabilidad un doble dividendo ambiental y, en particular, un doble dividendo sobre el empleo.

La **Figura 8** muestra que le siguen en número las reformas fiscales que devuelven los impuestos ambientales obtenidos mediante transferencias de tanto alzado (45 simulaciones). En este caso, el 96% y el 85% de las simulaciones consideran que los efectos de este tipo de reformas fiscales tendrán un signo negativo sobre el PIB o el bienestar, respectivamente. Por su parte, el 80% de las simulaciones estiman que tendría efectos positivos o nulos sobre el empleo, aunque el

⁷ Por tanto, no hemos considerado en este apartado los modelos tecnológicos y los modelos de equilibrio parcial.

reducido número de simulaciones determina que debemos establecer cautelas en torno a la significatividad de tal evidencia. Así, cabe esperar que este tipo de reformas pigouvianas provoque un menor crecimiento económico. En cuanto a los efectos estimados sobre el bienestar debemos reiterar las cautelas mencionadas anteriormente.

Veinticuatro simulaciones han estimado los efectos derivados de la introducción no neutral de impuestos ambientales, con los ingresos fiscales extra dedicados principalmente a la reducción del déficit público. Sus resultados son poco concluyentes, como se puede comprobar en la **Figura 9**. A pesar de ello, se trata de resultados que fortalecen la hipótesis del doble dividendo de la imposición ambiental, pues nos referimos a la introducción no neutral de nuevos impuestos ambientales, es decir de un incremento de la presión fiscal existente y no de reformas fiscales verdes neutrales.

Asimismo, la evidencia empírica desaconseja aquellas reformas fiscales verdes consistentes en reducir la imposición sobre la renta personal (**Figura 10**), debido a sus efectos negativos sobre el PIB (el 82% de las simulaciones). Sin embargo, el 57% de las simulaciones estimaron cambios positivos o nulos sobre el empleo.

Por último, el número de trabajos aplicados que han estimado los efectos de reformas fiscales verdes consistentes en reducir el IVA o el impuesto de sociedades es extremadamente escaso (véanse las **Figuras 11 y 12**). Baste decir que de las 9 simulaciones analizadas del segundo tipo tan sólo una valora sus efectos sobre el empleo, mientras 3 de ellas lo hacían sobre el bienestar. Por su parte, existen tan sólo 3 simulaciones que estiman los efectos de una reforma fiscal verde que reduzca la imposición sobre el valor añadido. En cualquier caso, los resultados obtenidos por estos trabajos son muy poco concluyentes.

De referirnos al caso español, dos son los trabajos considerados: Labandeira y Labeaga (1999) y Escobar et al. (2001). En el primero de ellos se analizan, a través de un modelo microeconómico, los efectos de un impuesto sobre las emisiones de CO₂ sobre la distribución de la renta y el bienestar de los consumidores con reciclaje de ingresos fiscales mediante transferencias de tanto alzado. Por el contrario, Escobar et al. (2001) utilizan el modelo macroeconómico MOISES para valorar la propuesta de la Comisión Europea para armonizar la fiscalidad de la energía. En particular, se simula con este modelo un incremento medio agregado del 11.65% en los tipos de los impuestos especiales sobre hidrocarburos.

Los restantes trabajos consisten en análisis mas generales aplicados para la Unión Europea siguiendo diferentes metodologías, cuyos resultados presentamos de forma resumida en la

Tabla 6. Podemos concluir de su observación que es posible reducir las emisiones de CO₂ en España y mejorar al mismo tiempo el bienestar de los ciudadanos mediante el reciclaje de los ingresos ambientales. Es decir, existe evidencia empírica en favor de un doble dividendo de la imposición ambiental en España.

4. Conclusiones

En este trabajo hemos destacado la importancia de la imposición ambiental para el control de fenómenos de cambio climático. Este instrumento económico de política ambiental se ha demostrado especialmente adecuado para garantizar el cumplimiento de los crecientes compromisos internacionales en este campo, al favorecer las reformas fiscales verdes el empleo y el crecimiento.

Subrayamos también el gran interés mostrado en los últimos años en verificar los efectos económicos y ambientales de las reformas fiscales verdes. Para ello se ha utilizado una metodología diversa y existe gran dispersión en los estudios realizados según diversos determinantes. No obstante, existe suficiente evidencia que verifica la hipótesis del doble dividendo de la imposición ambiental, también para España, lo que justifica el amplio uso de esta alternativa en la realidad.

Bibliografía

Alfsen, K., Birkelund, H. y Aaserud, M. (1995) "Impacts of a EC Carbon/Energy Tax and Deregulating Thermal Power Supply on CO₂, SO₂ and NO_x Emissions", *Environmental and Resource Economics*, 5, pp. 165-189.

Barker, T. y Köhler, J. (1998) "Equity and Ecotax Reform in the EU: Achieving a 10 per cent Reduction in CO₂ Emissions Using Excise Duties" *Fiscal Studies*, 19, pp. 375-402.

Barns, D., Edmonds, J. y Reilly, J. (1992) "Use of the Edmonds-Reilly Model to Model Energy-Related Greenhouse Gas Emissions", *OCDE Economics Department Working Papers*, 113.

Beaumais, O. y Bréchet, T. (1995) "Ecotax, Rational, Use of Energy and CO₂ Emissions" en Boero, G. y Silberston, A. (eds) *Environmental Economics*, Macmillan Press Ltd, London.

Böhringer, C. y Rutherford, T. (1997) "Carbon Taxes with Exemptions in an Open Economy: a General Equilibrium Analysis of the German Tax Initiative", *Journal of Environmental Economics and Management*, 32, pp. 189-203.

Böhringer, C., Ferris, M. y Rutherford, T. (1997) "Alternative CO₂ Abatement Strategies for the European Union" en Proost, S. y Brader, J. (eds) *Climate Change, Transport and Environmental Policy*, Edgar.

Brännlund, R. y Nordström, J. (1999) "Carbon Tax Simulations Using a Household Demand Model" *Umea Economic Studies*, 508, Department of Economics, University of Umea.

Bye, B. (1996) "Environment Tax Reform and Producer Foresight. An Intertemporal Computable General Equilibrium Analysis", *Discussion Paper*, 185, Statistics Norway.

Cambridge Econometrics (1998) *Industrial Benefits from Environmental Tax Reform in the UK*, Technical Report TR1/98, Forum for the Future y Friends of the Earth, Cambridge.

Capros, P., Karadeloglou, P., Mantzos, L. y Mentzas, G. (1991) "Impact of Energy and Carbon Tax on CO₂ Emissions", informe preparado para la Comisión Europea, DG XII.

Capros, P., Georgakopoulos, T., Zografakis, S., Proost, S., van Regemorter, D., Conrad, K., Schmidt, T., Smeers, Y. y Michiels, E. (1995) "Double Dividend Analysis: First Results of a General Equilibrium Model (GEM-E3) Linking the EU-12 Countries" en Carraro, C. y Siniscalco, D. (eds) *Environmental Fiscal Reform and Unemployment*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Capros, P. y Matanzos, L. (2000) "The Economy Effects of EU-Wide Industry Level Emission Trading to Reduce Greenhouse Gases. Results from PRIMES Energy system Model", Institute of Communication and Computer Systems of National Technical University of Athens.

Carraro, C., Galeotti, M. y Gallo, M. (1996) "Environmental Taxation and Unemployment: Some Evidence on the Double Dividend Hypothesis in Europe", *Journal of Public Economics*, 62, pp. 141-181.

Clarke, R., Boero, G. y Winters, A. (1996) "Controlling Greenhouse Gases: A Survey of Global Macroeconomic Studies", *Bulletin of Economic Research*, 48, pp. 269-308.

Comisión Europea (1994) "Taxation, Employment and Environment: Fiscal Reform for Reducing Unemployment", *European Economy*, 56, pp.137-177.

Cornwell, A. y Creedy, J. (1996) "Carbon Taxation, Prices and Inequality in Australia", *Fiscal Studies*, 17, pp. 21-38.

Dean, A. y Hoeller, P. (1992) "Costs of Reducing CO₂ Emissions: Evidence form Six Global Models" *OCDE Economics Department Working Papers*, 122.

DeCanio, S. (1998) "The Efficiency Paradox: Bureaucratic and Organizational Barriers to Profitable energy-Saving Investments" *Energy Policy*, 26, pp.441-454.

Drèze, J. y Malinvaud, E., et al.. (1993) "Growth and Employment. The Scope of a European Initiative", mimeo, Université de Louvain.

Edwards, H. y Hutton, J. (1999) "The Effects of Carbon Taxation on Carbon, Nitrogen and Sulphur Pollutants in Europe: Combining General Equilibrium and Integrated Systems Approaches", mimeo, , University of Birmingham y University of York.

Escobar, J., Varela, J. y Díaz, A. (2001) "Análisis Jurídico e Impacto en la Economía Española de las Medidas Propuestas por la Comisión Europea para Armonizar la Fiscalidad de la Energía", presentado en *Seminario Internacional sobre Fiscalidad del Medio Ambiente y Desarrollo Energético*, 22 y 23 de mayo, Madrid.

Gago, A. y Labandeira, X. (1999) *La Reforma Fiscal Verde*, Mundi Prensa, Madrid.

- Gago, A., Labandeira, X. y Rodríguez, M. (2001) "Imposición Ambiental y Reforma Fiscal Verde: Tendencias Recientes y Análisis de Propuestas", presentado en *Seminario Internacional sobre Fiscalidad del Medio Ambiente y Desarrollo Energético*, 22 y 23 de mayo, Madrid.
- Gago, A., Labandeira, X. y Rodríguez, M. (2002) "Experiencias, Efectos y Pautas de Diseño de Reformas Fiscales Verdes: una Puesta al Día", *Hacienda Pública Española*, próxima publicación.
- Gaskin, D. y Weyant, J. (1993) "Model Comparisons of the Costs of Reducing CO₂ Emissions" *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 83, pp. 318-323.
- Grubb, M., Edmonds, J., ten Brink, P. y Morrison, M. (1993) "The Costs of Limiting Fossil-Fuel CO₂ Emissions" *Annual Review of Energy and Environment*, 18, pp. 397-478.
- Gusbin, D. y Kouvaritakis, N. (2000) "Kyoto Protocol and Emission Trading: Potential Cost Savings and Emission Reductions" en *Economic Evaluation of Quantitative Objectives for Climate change. Final Report*, Comisión Europea, Bruselas.
- Hakonsen, L. y Mathiesen, L. (1997) "CO₂-Stabilization may be a No-Regrets Policy. A General Equilibrium Analysis of the Norwegian Economy", *Environmental and Resource Economics*, 9, pp. 171-198.
- Hoeller, P., Dean, A. y Nicolaisen, J. (1990) "A Survey of Studies of the Costs of Reducing Greenhouse Gas Emissions", *OCDE Economics Department Working Papers*, 89.
- Hoeller, P., Dean, A. y Hayafuji, M. (1992) "New Issues, New Results: The OECD's Second Survey of the Macroeconomic Costs of Reducing CO₂ Emissions", *OCDE Economics Department Working Papers*, 123.
- Hoerner, A. y Bosquet, B. (2001) "Environmental Tax Reform: The European Experience", Center for a Sustainable Economy, Washington.
- Jaccard, M. y Montgomery, W. (1996) "Costs of Reducing Greenhouse Gas Emissions in the USA and Canada", *Energy Policy*, 24, pp. 889-898.
- Jorgenson, D. y Wilcoxon, P. (1993) "Reducing US Carbon Dioxide emissions: an Assessment of Alternative Instruments", *Journal of Policy Modelling*, 15, pp. 1-30.
- Labandeira, X. y Labeaga, J. (1999) "Combining Input-Output and Microsimulation to Assess the Effects of Carbon Taxation on Spanish Households", *Fiscal Studies*, vol. 20, nº3, pp. 303-318.
- Labandeira, X. y Labeaga, J. (2001) "Estimation and Control of Spanish Energy-related CO₂ emissions: an Input-output Approach", *Energy Policy*, en prensa.
- Lucas, R. (1976) "Econometric Policy Evaluation: A Critique", *Journal of Monetary Economics*, 2, pp. 19-46.
- Majocchi, A. (1996) "Green Fiscal Reform and Employment: A Survey", *Environmental and Resource Economics*, 8, pp. 375-397.
- Manne, A. (1992) "Global 2100: Alternative Scenarios for Reducing Carbon Emissions" *OCDE Economics Department Working Papers*, 111.

Manne, A. y Richels, R. (2000) "A Multi-Gas Approach to Climate Policy – with and without GWPs", presentado en *EMF-19 Workshop*, 22-23 de marzo, Washington D.C.

Metcalf, G. (1999) "A Distributional Analysis of Green Tax Reforms", *National Tax Journal*, 52, pp. 655-681.

Nordhaus, W. (1996) "A Regional Dynamic General-Equilibrium Model of Alternative Climate Changes Strategies", *American Economic Review*, 86, pp. 741-765.

Proost, S. y van Regemorter, D. (1996) "The Double Dividend Hypothesis, the Environmental Benefits and the International Coordination of the Tax Recycling" en Carraro, C. y Siniscalco, D. (eds) *Environmental Fiscal Reform and Unemployment*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Repetto, R. y Austin, D. (1997) *The Costs of Climate Protection: a Guide for the Perplexed*, World Resource Institute, Washington D.C.

Shackleton, R., Shelby, M., Cristofaro, A., Brinner, R., Yanchar, J., Goulder, L., Jorgenson, D., Wilcoxon, P., Pauly, P. y Kaufmann, R. (1992) *The Efficiency Value of Carbon Tax Revenues*, Energy Policy Branch, U.S. Environmental Protection Agency.

Standaert, S. (1992) "The Macro-Sectoral Effects of an EC-Wide Energy Tax: Simulation Experiments for 1993-2005", *European Economy*, Special Edition 1, pp. 127-151.

Symons, E., Proops, J. y Gay, P. (1994) "Carbon Taxes, Consumer Demand and Carbon Dioxide Emissions: A Simulation Analysis for The UK", *Fiscal Studies*, 15, pp. 19-43.

Vouyoukas, L. (1992) "Carbon Taxes and CO₂ Emissions Targets: Results from the IEA Model" *OCDE Economics Department Working Papers*, 114.

Welsch, H. (1996) "Recycling of Carbon/Energy Taxes and the Labor Market. A General Equilibrium Analysis for the European Community" *Environmental and Resource Economics*, 8, pp. 141-155.

Tabla 1: Compromisos de Kioto y evolución de las emisiones de gases causantes del efecto invernadero en la Unión Europea

Países miembros	Evolución 1990-1999 (%)	Reparto compromiso Kioto (%)
Alemania	- 18.7	- 21.0
Austria	+ 2.6	- 13.0
Bélgica	+ 2.8	- 7.5
Dinamarca	- 4.6	- 21.0
España	+ 23.2	+ 15.0
Finlandia	- 1.1	0.0
Francia	- 0.2	0.0
Grecia	+ 16.9	+ 25.0
Irlanda	+ 22.1	+ 13.0
Italia	+ 4.4	- 6.5
Luxemburgo	- 43.3	- 28.0
Países Bajos	+ 6.1	- 6.0
Portugal	+ 22.4	+ 27.0
Suecia	+ 1.5	+ 4.0
Reino Unido	- 14.0	- 12.5
Total UE	- 4.0	- 8.0

Fuente: Elaboración propia de EEA (2001)

Tabla 2. Resultados de algunos modelos de equilibrio parcial

Trabajo	Pais o region (período)	Modelo	Efecto reciclaje	Tipo impositivo	Variación emisiones	Variación empleo	Variación PIB	Variación bienestar
Alfsen et al. (1995)	EC9 (2000)	Demanda y oferta de energía + RAINS (1993-2000)		10 US\$/boe	-9.0% CO2 -8.0% SO2 -6.3% NOx			
Vouyoukas (1992)	Mundial (2005)	IEA (1991-2005) sector energético		123 US\$/ton (Norteamérica)	-14.6% CO2			
				321 US\$/ton (resto OCDE)				
Barns et al. (1992)	Mundial (2005)	ERM (1990-2100) sector energético		55 US\$/ton	-13.8% CO2		-0.37%	
Manne (1992)	Mundial (2010)	GLOBAL2100 + ETA-MACRO (2000-2100)		58-133 US\$/ton C	-18.0% CO2		(-1.2%, -0.3%)	
Symons et al. (1994)	Reino Unido (1990)	Micro + Input-Output	No neutral	411 US\$/ton	-20.0% CO2		Incidencia: Regresivo	
			IVA	474 US\$/ton	-1.4% CO2			
Labandeira y Labeaga (1999)	España (1994)	Micro +Input-Output	Tanto alzado	800 pts/ton	-3.0% CO2 sector eléctrico		Incidencia: Proporcional	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Resultados de algunos modelos de equilibrio general estáticos

Trabajo	Pais o región (período)	Modelo	Efecto reciclaje	Tipo impositivo	Variación emisiones	Variación empleo	Variación PIB	Variación bienestar			
Hakonsen et al. (1997)	Noruega (1991)		Tanto alzado	107 US\$/ton	-20.0%CO2			-1.0%			
			CC.SS.	157 US\$/ton				-0.3%			
		+ Externalidades	CC.SS.	n.d.				+0.7%			
Edwards Hutton (1999)	(1992)	FRW + RAINS	IVA	30 ECU/ton				+0.01% EV			
								UK	-17.15%CO2	0.0%	-0.04% EV
								Alemania	-20.44%CO2	-0.06%	-0.04% EV
	UE12				-20.23% CO2		+0.02%	+0.01% EV			
Bohringer et al. (1997)	Alemania (1990)		Tanto alzado	37 US\$/ton	-20.0%CO2			-10000 M US\$			
			CC.SS.	38 US\$/ton				-7625 M US\$			
			Beneficios	40.6 US\$/ton				-5875 M US\$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Resultados de simular reformas fiscales verdes en algunos modelos macroeconómicos

Trabajo	País o región (período)	Modelo	Efecto reciclaje	Tipo impositivo	Variación emisiones	Variación empleo		Variación PIB		Variación bienestar
Barker & Köhler (1998)	UE11 (2010)	E3ME (1999-2010)	CC.SS.	16 US\$/boe	-10.0% CO2	+1.2%	Positivo (11)	+1.4%	Positivo (10) Negativo (1)	Menos regresivo
			Déficit		-10.6% CO2	-0.3%	Positivo (5) Negativo (6)	+0.1%	Positivo (6) Negativo (5)	Mas regresivo
Standaert (1992)	UK Alemania Francia Italia (2005)	HERMES (1993-2005)	CC.SS.	10 US\$/boe	-4.5% CO2	(+0.1%, +0.7%)		(-0.3%, 0.2%) positivo (1); negativo (3)		
			Renta personal			(-0.6%, +0.3%) positivo (3); negativo (1)		(-0.7%, 0.0%) negativo (3)		
QUEST (1994)	EU12 (2000)	QUEST (1993-2000)	CC.SS. (general)	10 US\$/boe		+1.0%		+1.0%PIB		
			CC.SS. (no cualificados)			+2.2%		+0.4%		
Shackleton et al. (1992)	USA (2010)	DRI LINK (1990-2010)	Tanto alzado	39.8 US\$/ton	-6.5%(DRI) n.d. (LINK)		-0.7%(DRI) -0.3%(LINK)			
			Déficit		-6.3%(DRI) -7.0%(LINK)		-0.2%(DRI) -1.1%(LINK)			
			Renta personal		-6.5%(DRI) -3.0%(LINK)		-0.7%(DRI) -0.4%(LINK)			
			Beneficios		-5.0%(DRI) -1.7%(LINK)		+2.0%(DRI) +0.5%(LINK)			
			CC.SS.		-5%(DRI) n.d. (LINK)		+0.3%			
			credito fiscal inversión		-6.3%(DRI) +0.4%(LINK)		+4.0%			
			CC.SS.				-0.3%		-0.2%	
Beaumais & Bréchet (1995)	Francia (2000)	HERMES + MIDAS (1993-2000)	IVA. CC.SS. Eficiencia	10 US\$/boe EC tax	-13.4% CO2	+1.3%		+1.18%		
			IVA. CC.SS.		-8.0% CO2	n.d.		-0.5%		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Algunos resultados obtenidos con modelos de equilibrio general dinámico

Trabajo	País o región (período)	Modelo	Efecto reciclaje	Tipo impositivo	Variación emisiones	Variación empleo	Variación PIB	Variación bienestar
Welsch (1996)	EC9 (2020)	LEAN-TCM (1996-2020)	Inelast.	CC.SS.	(EC tax) 20 US\$/boe	-6.47%CO2	+2.78%	+1.85%
			Elast.			-7.8%CO2	+0.71%	+0.2%
	Alemania (2020)	salarios	Inelast.			-8.32%CO2	+2.97%	+1.86%
		Elast.	-9.45%CO2			+0.75%	+0.14%	
Bye (1996)	Noruega (2000)	MSG-6 (1992-2050)	CC.SS.	100 US\$/ton CO2	-13.5%CO2	Positivo poco significativo	Positivo poco significativo	Positivo poco significativo
Nordhaus (1996)	Global (2010)	RICE (1990-2100)	Tanto alzado	8 US\$/ton CO2	-10.0%CO2			positivo
Carraro et al. (1996)	EU12 (2010)	WARM (1995-2010)	CC.SS.	10 ECU/toe	n.d.	positivo	positivo no significativo	
	6 mayores países (2010)				(-4.0%,+4.0%) positivo(4); negativo(2)	(0.0%, +1.0%)	positivo no significativo	
Proost et al. (1996)	Bélgica (1998)	salarios flexibles (1991-2005)	CC.SS.	10 US\$/boe EC tax	-13.3% CO2	0.0%	+0.2%	negativo
			IRPF		-13.3% CO2		+0.2%	
			No neutral		-12.2% CO2		+0.2%	
		salarios fijos (1991-2005)	CC.SS.		-17.0% CO2	-176000	-5.1%	
			IRPF		-18.6% CO2	-243000	-7.1%	
			No neutral		-18.5% CO2	-238000	-7.0%	
Capros et al. (1995)	EU-11 (2005)	GEM-E3 (1995-2005)	CC.SS.	10 US\$/boe EC tax	(-13.0%,-3.0%) CO2 -13.0%SO2,-12.0%NOx	+800000 EU11 (0.0%, +1.1%)	(-0.07%. +0.44%) Positivo (10); Negativo(1)	
	Alemania (2005)	Oferta L flexible			n.d.	+300000	+0.4%	
		Oferta L no flexible			n.d.	+150000	+0.1%	
Shackleton et al. (1992)	USA (2010)	Goulder (G); Jorgenson & Wilcoxon (J/W) (1990-2010)	Tanto alzado	39.8 US\$/ton	-28.0%(G),-23.0%(J/W)		-0.4%(G); -1.1%(J/W)	
			Déficit		n.d. (G); n.d. (J/W)		-0.4%(G); n.d. (J/W)	
			Renta personal		-28.0%(G),-23.0%(J/W)		-0.3%	
			Beneficios		-28.0%(G),-23.0%(J/W)		-0.3%(G); +0.9%(J/W)	
			CC.SS.		-28.0%(G); n.d. (J/W)		-0.4%(G); n.d. (J/W)	
			crédito fiscal inversión		-28.0%(G),-23.0%(J/W)		0.0%	

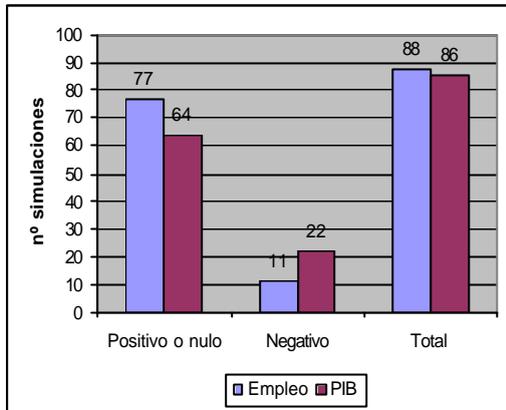
Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Resultados empíricos aplicados a España

Trabajo	País o región (período)	Modelo	Efecto reciclaje	Tipo impositivo	Variación emisiones	Variación empleo	Variación PIB	Variación bienestar
Capros et al. (2000)	EU-15 (2010)	PRIMES tecnológico			+15.0% CO2		-25 ECU/ ton C emitido	
Labandeira y Labeaga (1999)	España (1994)	Microeconómico consumidores	Tanto alzado	800 pts/ton C	-3.0% emisiones sector eléctrico	Incidencia proporcional		
Escobar et al. (2001)	España	MOISES (2006) macroeconómico	Tanto alzado	+11.65% impuesto especial hidrocarburos		-0.15%	+0.04%	
			CC.SS.			+0.04%	+0.14%	
Barker et al. (1998)	UE (2010)	E3ME (1999-2010) macroeconómico	CC.SS.	156ECU/ton (16US\$/boe)	-11.4% CO2	+1.4%	+1.2%	
CEC (1994)	UE (2000)	QUEST (1993-2000) macroeconómico	CC.SS. (no cualificados)	10US\$/boe		+1.0%		
Bohringer (1997)	UE (1985)	equilibrio general estático	Tanto alzado	32US\$/ton CO2	-10.0% CO2			0.0%
				83US\$/ton CO2	-20.0% CO2			-0.2%
Carraro et al. (1995)	UE-12 (2010)	WARM (1995-2010) equilibrio general dinámico	CC.SS.	10 ECU/toe	+2.0% CO2	+1.3%	+0.5%	
Capros et al. (1995)	UE-12 (2005)	GEM -E3 (1995-2005) equilibrio general dinámico	CC.SS.	10 US\$/boe	-11.0% CO2		+0.3%	

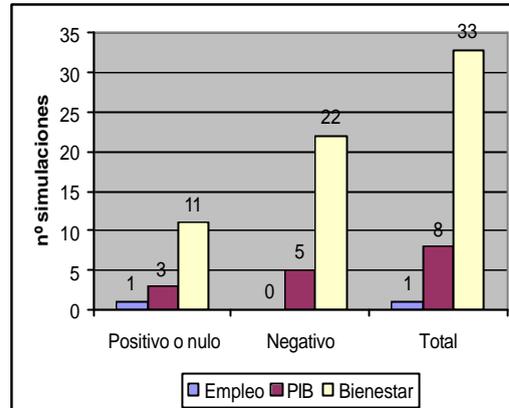
Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Resultados sobre el empleo, PIB y bienestar en modelos macroeconómicos



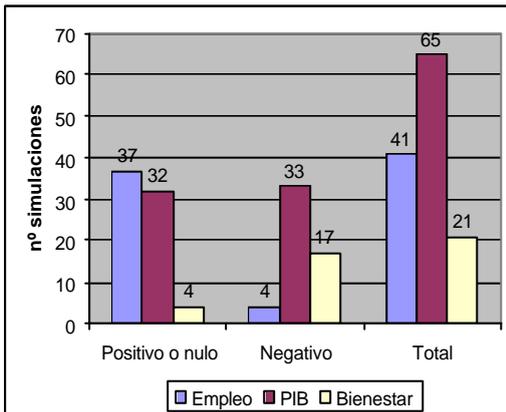
Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Resultados sobre el empleo, PIB y bienestar, en modelos de equilibrio general estáticos



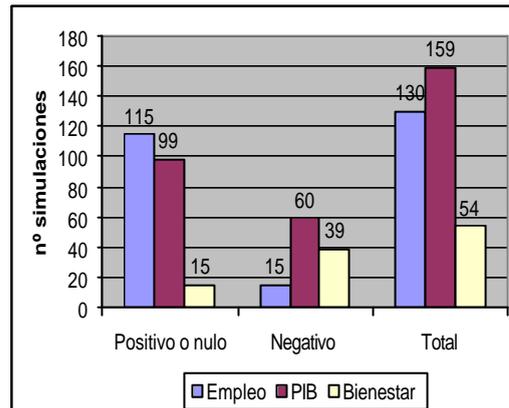
Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Resultados sobre el empleo, PIB y bienestar, en los modelos dinámicos de equilibrio general



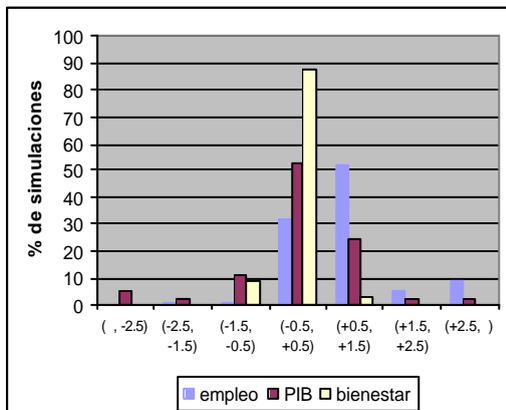
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Resultados generales sobre el empleo, PIB y bienestar



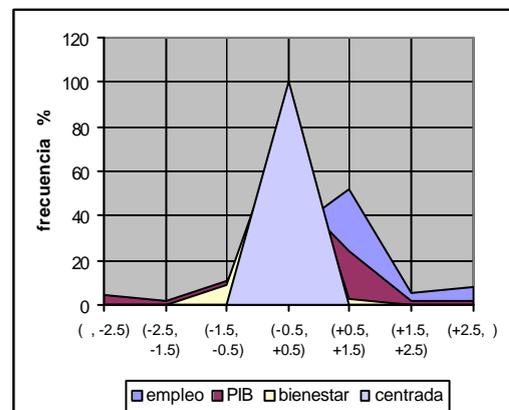
Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Rango de resultados sobre el empleo, PIB y bienestar (I)



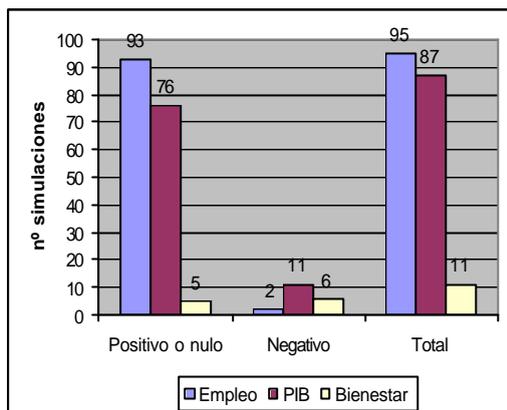
Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Rango de resultados sobre el empleo, PIB y bienestar (II)



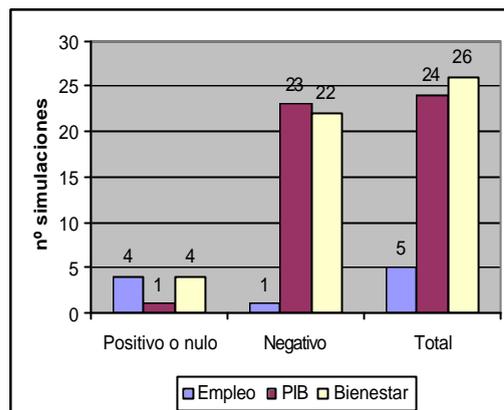
Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Resultados sobre el empleo, PIB y bienestar con reducción de cotizaciones sociales



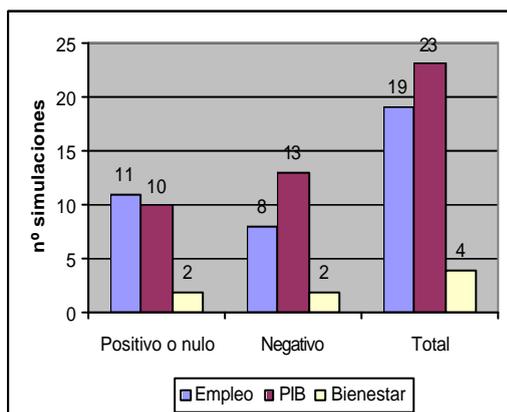
Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Resultados sobre el empleo, PIB y bienestar con transferencias de tanto alzado



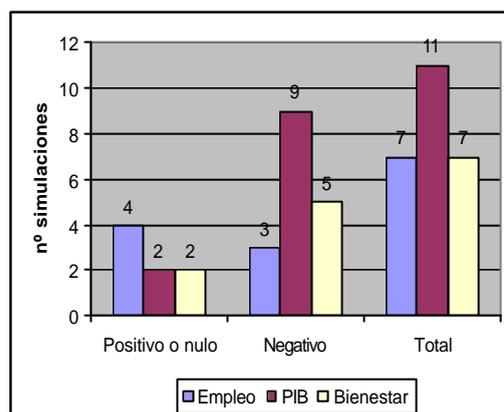
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Resultados sobre el empleo, PIB y bienestar con reformas fiscales no neutrales



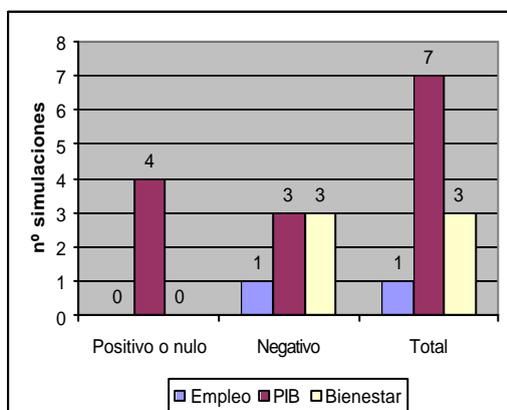
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Resultados sobre el empleo, PIB y bienestar con reducción del IRPF



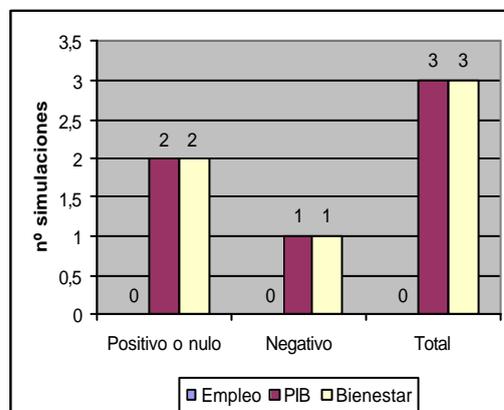
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Resultados sobre el empleo, PIB y bienestar con reducción del impuesto sobre sociedades



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Resultados sobre el empleo, PIB y bienestar con reducción del IVA



Fuente: Elaboración propia