

## **Modelos multisectoriales de equilibrio general aplicado en España: Una revisión**

CARDENETE FLORES, M.A\*., y LLOP LLOP, M.\*\*

*\*Universidad Pablo de Olavide. Dpto. Economía.*

Ctra. Utrera s/n, km. 1. 41013 Sevilla. Tfno.: 954349181; Fax: 954349339; E-mail: [macarflo@upo.es](mailto:macarflo@upo.es)

*\*\*Universitat Rovira i Virgili.Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales.*

Avda. Universitat nº 1, 43202 Reus (Tarragona). Tel.977/75 98 51; Fax. 977/ 30 06 61. [mll@fcee.urv.es](mailto:mll@fcee.urv.es)

### RESUMEN

En las últimas décadas, la modelización de equilibrio general aplicado se ha convertido en un área muy fructífera de investigación económica. El objetivo de este artículo es presentar las contribuciones de equilibrio general que han sido aplicadas a la economía española. Haremos una especial incidencia en la modelización de políticas fiscales, al ser el ámbito donde mayor esfuerzo se ha producido en nuestro país. Incluimos, además, las últimas tendencias del equilibrio general, orientadas a la aplicación regional de los análisis.

*Palabras clave:* modelos de equilibrio general aplicado, análisis regional.

### **Multisectorial Applied General Equilibrium Models in Spain: a Review**

### ABSTRACT

In last decades, the applied general equilibrium modeling has become a very active area of research in economics. The goal of this paper is to present the contributions of applied general equilibrium models which have been applied to the Spanish Economy. We make a special mention to the analysis of fiscal policy, because is the most common application in our country. We also include the last trends in Spanish applied modeling, which consist in regional analysis of computable general equilibrium.

*Keywords:* Applied General Equilibrium Models, Regional Analysis.

Clasificación JEL: C67, C68, D57, D58, R15.

---

Artículo recibido en diciembre de 2003 y aprobado en abril de 2005.

Artículo disponible en versión Electrónica en la página [www.revista-eea.net](http://www.revista-eea.net), ref.: E-23206.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde los orígenes de la ciencia económica, ha estado presente la necesidad de disponer de instrumentos analíticos para avanzar en el conocimiento de los hechos económicos. Si se desea responder a las consecuencias de un cambio en el escenario en el que operan los agentes, parece imprescindible que el investigador disponga de mecanismos que le permitan explicar la nueva situación. Los instrumentos del análisis económico deben aportar el marco para la visualización de las relaciones que existen entre las variables, con el fin de mejorar el conocimiento del sistema económico en general y de las medidas de intervención en particular. En las últimas décadas se ha producido un desarrollo creciente de los modelos de equilibrio general aplicado o computacional (en adelante MEGA), como instrumentos de análisis de los fenómenos económicos y de las intervenciones públicas en la economía.

Los modelos de equilibrio general aplicado captan de forma consistente y sistemática los mecanismos de interrelación de los agentes. El equilibrio general aplicado acude a la fuente teórica del equilibrio general, inspirada por el sistema walrasiano de integración e interdependencia económica entre todos los agentes, convirtiéndolo en plenamente operativo. Así pues, un MEGA puede definirse como una representación empírica de una economía, bajo la cual los mercados están interrelacionados y los precios de bienes, servicios y factores primarios garantizan la situación de equilibrio de dicha economía. Las hipótesis de comportamiento incorporadas en estos modelos, las especificaciones tecnológicas, las parametrizaciones de los datos a partir de las cuentas nacionales y otras fuentes y su nivel de desagregación, tanto en producción como en consumo, proveen una nueva percepción de la asignación de recursos y de la distribución de la renta ante políticas alternativas, a partir de lo que se conoce como análisis de estática comparativa<sup>1</sup>.

Parece lógico preguntarse, por ejemplo, cómo una reforma fiscal, un cambio en los precios de las importaciones o una regulación en el mercado laboral se materializará sobre el bienestar de los agentes, los precios de producción, los precios de los bienes de consumo o los niveles de actividad productiva. Frecuentemente se ha dado respuesta a estas cuestiones mediante modelos de equilibrio parcial, que contemplan únicamente los efectos directos sobre un ámbito económico concreto y prescinden de aquellos efectos que, indirectamente, se desencadenan sobre el conjunto de la economía. No obstante, si se desean incorporar tanto las consecuencias más directas, como aquéllas que se producen de forma indirecta sobre los agentes y los mercados, parece necesario un análisis más globalizador, que tenga en cuenta la complejidad inherente a cualquier sistema económico.

---

1. En Manresa, Noyola, Polo y Sancho (1986), Manresa, Polo y Sancho (1991) o Whalley (1991), entre otros, se efectúa una descripción del procedimiento de elaboración de estos modelos así como de su utilidad en el análisis de las políticas económicas.

El análisis del equilibrio general estuvo confinado durante mucho tiempo únicamente al ámbito de la teoría; su desarrollo, sobre todo a partir de la mitad de los setenta, cuando las autoridades económicas vieron en esta teoría un instrumento descriptivo de gran utilidad, lo ha convertido en una herramienta valiosa para el trabajo de política económica aplicada. Este progreso fue debido en gran parte a la mejora que sobre la teoría propiciaron autores como K. J. Arrow y G. Debreu<sup>2</sup>, que formalizaron matemáticamente el concepto de equilibrio competitivo y demostraron su existencia en condiciones generales, aportando una solución definitiva a la conjetura de Walras. Posteriormente, el desarrollo de los algoritmos computacionales y su aplicación en el software informático, ha supuesto el vínculo imprescindible entre los aspectos teóricos formales del equilibrio general y la realidad económica cuantificable. Gracias a todo ello, en la actualidad no sólo es posible la obtención de soluciones de equilibrio, sino que además los costes de ejecución de los MEGA son perfectamente manejables por el investigador.

Los modelos de equilibrio general estuvieron inicialmente limitados al análisis de variaciones en impuestos y tarifas aunque, posteriormente, incluyeron también situaciones de competencia imperfecta en los mercados<sup>3</sup>, rendimientos crecientes a escala, rigideces de precios y otros tipos de variantes sobre el modelo original<sup>4</sup>.

En el terreno empírico, la construcción de un MEGA exige conocer el valor de todos los parámetros o variables exógenas del modelo. Estos parámetros pueden obtenerse mediante estimaciones econométricas o, por el contrario, pueden obtenerse mediante el procedimiento de calibración. Las exigencias de la calibración en el plano empírico son mucho menores en comparación a las estimaciones econométricas, y ello explica que esta técnica sea muy habitual en la disciplina del equilibrio general aplicado. Asimismo, en gran parte de los modelos de equilibrio general los parámetros se calibran a partir de una base de datos consistente y sistemática, conocida como matriz de contabilidad social (en adelante MCS)<sup>5</sup>.

El objetivo de este artículo es presentar una descripción de las aplicaciones que los modelos de equilibrio general han tenido en la economía española. Haremos una especial referencia a la modelización de políticas fiscales, al ser este ámbito donde mayor esfuerzo se ha producido en nuestro país. No obstante, de una forma más reciente el equilibrio general aplicado se ha extendido a otros problemas económicos, como el análisis medioambiental o los temas relacionados con la política comer-

2. Arrow y Debreu (1954).

3. El modelo de Harris (1984) es el primero en la literatura del equilibrio general aplicado que incorpora situaciones no competitivas, con el objetivo de evaluar las ganancias de bienestar que supuso para Canadá el tratado de libre comercio con los Estados Unidos.

4. Para una revisión de la literatura existente y de las diferentes opciones de modelización véase, por ejemplo, Shoven y Whalley (1992) o Ginsburgh y Keyzer (1997).

5. Véase, por ejemplo, Pyatt (1988) o Pyatt y Round (1985) para una descripción de estas bases de datos.

cial. Por otra parte, en las últimas contribuciones de la economía española se observa una ampliación de las opciones de modelización, mediante la incorporación de situaciones de competencia imperfecta y rendimientos crecientes a escala en algunos sectores o mercados. En la presente descripción incluimos, además, las últimas tendencias que apuntan hacia una regionalización de los análisis de equilibrio general.

La organización del artículo es la siguiente. En la sección segunda se describen los antecedentes de equilibrio general de la economía española, así como los modelos de equilibrio general propiamente dichos. Posteriormente, en la parte tercera se presentan las contribuciones de equilibrio general regional y en la sección cuarta apuntamos las principales conclusiones.

## 2. EL EQUILIBRIO GENERAL APLICADO EN ESPAÑA

### 2.1. Antecedentes

El modelo input-output de Leontief (1941) representó un primer paso en la modelización del equilibrio general aplicado, recogiendo los ligámenes de interdependencia económica entre los diferentes sectores productivos. No obstante, los supuestos del análisis input-output exhiben algunas simplificaciones en la representación de la estructura tecnológica de la economía que acaban condicionando algunas de las condiciones de equilibrio del modelo. Una restricción del análisis input-output es que únicamente contempla las relaciones de la estructura productiva y omite las decisiones de la demanda final en la determinación de los precios. Además, en el sistema de Leontief no es posible la sustitución de los inputs del sistema productivo a medida que su precio varía, por lo que la descripción del proceso de producción se realiza mediante una estructura completamente rígida. Pese a estas deficiencias del modelo input-output, se le considera el precursor de los modelos de equilibrio general en tanto que presenta una vocación empírica dentro de un marco multisectorial integrado.

Para la economía española el desarrollo de este modelo no pasó desapercibido, y sobre la base informativa de las tablas input-output, Alcaide y Raymond (1981), Calatrava y Martínez-Aguado (1984) y Sanz (1984), aplicaron el análisis teórico de los modelos lineales de producción a aspectos concretos de la realidad económica, implementando un importante eslabón en el desarrollo de las técnicas de equilibrio general en España.

Sin embargo, el primer intento de construir un modelo de equilibrio general aplicado para España se atribuye a Ahijado (1983). El objetivo de este trabajo se centraba en evaluar el impacto sobre la economía española de la reforma del impuesto sobre la renta acontecida en el año 1979. A pesar del indudable interés que presenta este modelo, en él se manifiestan una serie de singularidades que lo alejan de la

metodología propia del equilibrio general walrasiano. En este sentido, se echa de menos la existencia de una base de datos consistente que, de una forma sistemática, posibilite la calibración de los parámetros o variables exógenas y permita la reproducción del equilibrio inicial de la economía.

## 2. 2. Modelos de equilibrio general de competencia perfecta

Durante muchos años, la aportación de Walras se consideró un mero ejercicio teórico, que difícilmente podía ser trasladado al escenario de las cifras económicas. Posteriormente, el avance de la teoría del equilibrio general en la determinación de las condiciones que garantizan la existencia del equilibrio, conjuntamente al desarrollo de algoritmos computacionales y su posterior adaptación al lenguaje informático, proporcionaron los ingredientes necesarios para la aplicación del marco conceptual walrasiano a la realidad económica cuantificable. En la aportación de Harberger (1962) se utilizó un sistema de ecuaciones linealizado para obtener el equilibrio en un modelo con dos sectores productivos. Este modelo analizó la incidencia del impuesto de sociedades sobre la economía americana. Desde esta aportación pionera hasta nuestros días, el equilibrio general aplicado se ha convertido en un área muy fructífera de investigación económica. La facilidad de aplicación de las técnicas de computación ha propiciado la aparición de una amplia literatura, centrada en el análisis de problemas económicos de diversa índole. Esta variedad de tratamientos ha supuesto la extensión del equilibrio general a distintos campos del análisis económico.

Para la economía española, las primeras aportaciones de equilibrio general computacional se hicieron esperar unos cuantos años, y no fue hasta mediados de la década de los ochenta cuando se dieron los primeros pasos en el uso de los modelos walrasianos como herramienta de simulación. Así, gran parte de las contribuciones de la economía española incorporan una representación de competencia perfecta en los mercados, combinada con la introducción de sustituibilidad imperfecta entre la producción doméstica y la producción importada. Por otro lado, existen habitualmente rigideces de precios en el mercado de trabajo, que pueden conducir a una situación de equilibrio con exceso de oferta o desempleo. La tabla 1 contiene una primera agrupación de los MEGAs de la economía española en los que la característica común es la incorporación del supuesto de competencia perfecta en los mercados.

El modelo precursor con una estructura propia de equilibrio general se construye por Kehoe, Manresa, Noyola, Polo, Sancho (1988). Este modelo, que se llamó MEGA-1, marca el inicio en el equilibrio general computable en España, presentándose de igual modo la primera matriz de contabilidad social de España con referencia al año 1980<sup>6</sup>. Sin duda alguna este modelo constituye el primer trabajo de equilibrio general

---

6. Véase Kehoe, Manresa, Polo y Sancho (1988).

aplicado totalmente formalizado, recogiendo todas las teorías que en las últimas décadas habían precipitado la aparición de esta técnica de simulación.

**Tabla 1. Modelos competitivos de la economía española**

	<i>Publicación</i>	<i>Simulación</i>
Política fiscal	Kehoe, Manresa, Noyola, Polo, Sancho (1988)	Introducción del IVA
	Manresa, Polo y Sancho (1988)	Introducción del IVA
	Kehoe, Manresa, Polo y Sancho (1989)	Introducción del IVA y sensibilidad al cierre
	Polo y Sancho (1990)	Reducción 30% cotizaciones sociales de empresarios
	Polo y Sancho (1991)	Sustitución IRPF y cotizaciones sociales por IVA
	Ferri (1998)	Aumento gasto público en educación
	Sancho (2004)	Aumento marginal de todos los tipos impositivos
Política comercial	Polo y Sancho (1993a)	Mercado Único Europeo Mercado
	Gómez (1998)	Único Europeo
Validación ex-post	Polo y Sancho (1993b)	Efectos Mercado Único Europeo
	Kehoe, Polo y Sancho (1995)	Efectos IVA y sensibilidad (cierre y mercado trabajo)
Inmigración	Ferri, Gómez y Martín (2001)	Entrada de inmigrantes
	Ferri, Gómez y Martín (2002)	Entrada de inmigrantes y movilidad sectorial
P. medioambiental	Manresa y Sancho (2005)	Sustituciones impositivas por impuestos emisiones CO <sub>2</sub>

*Fuente: elaboración propia y Gómez (2002).*

El MEGA-1 analizó el impacto de la introducción del Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) en la economía española, en sustitución del antiguo régimen de imposición indirecta en cascada basado en el Impuesto sobre el Tráfico de las Empresas (ITE). Esta reforma fiscal vino propiciada por la entrada de España en la Comunidad Económica Europea en el año 1986. El modelo contempló cuatro tipos de agentes. Entre éstos, los consumidores se agruparon en ocho categorías, diferenciadas en función del nivel de renta, la cualificación profesional y la edad del cabeza de familia; las empresas, representadas en doce sectores productivos; dos sectores exteriores: Comunidad Económica Europea y resto de países; finalmente, el sector público o gobierno. Se supuso que los agentes maximizaban sus funciones objetivo teniendo en cuenta sus propias restricciones presupuestarias o tecnológicas y aceptando, en general, los precios paramétricamente. Asimismo, este modelo contempló la posibilidad

de desempleo en el mercado de trabajo; esta situación de desempleo aparecía al incorporar rigideces de precios en el mercado laboral que no permitían el ajuste a la baja del salario real e impedían, por tanto, que se vaciara el mercado. En consecuencia, el desempleo se consideraba una variable endógena y ello daba opción a analizar los efectos sobre el nivel de empleo de la economía ante las distintas medidas de política económica. El déficit público y el déficit comercial también se determinaban endógenamente; para ello fue necesario suponer que los niveles de actividad del sector público y de las exportaciones estaban fijos. Esta regla de cierre del modelo se puede justificar argumentando que las decisiones sobre el nivel y la composición del gasto público son fundamentalmente de carácter político, mientras que el nivel de exportaciones depende de las decisiones de los países extranjeros, decisiones que, obviamente, no pueden endogeneizarse.

Las simulaciones realizadas a partir del MEGA-1 pusieron de manifiesto que la introducción del IVA, empleando los tipos impositivos teóricos fijados por el gobierno, sin duda más altos que los efectivos como resultado del fraude, tenían un efecto negativo sobre los niveles de actividad productiva, el empleo, el consumo y el bienestar de los agentes privados. Empleando tipos impositivos más bajos estos efectos se amortiguaban considerablemente. Igualmente, la reducción de otros tipos impositivos, como las cotizaciones a la Seguridad Social pagadas por los empleadores, permitía compensar ampliamente los efectos negativos del IVA sobre el desempleo.

En Manresa, Polo y Sancho (1988) se evaluaba el nuevo régimen de imposición indirecta mediante un modelo de coeficientes fijos en la producción y en el gasto, que suponía una generalización del marco input-output clásico. Adicionalmente, Kehoe, Manresa, Polo y Sancho (1989) utilizaron la estructura del MEGA-1 para efectuar un análisis de sensibilidad de los resultados de la introducción del IVA ante cambios en la regla de cierre del modelo, modificando las variables endógenas y exógenas respectivamente.

Posteriormente se desarrolló el MEGA-2, que sirvió de base analítica para evaluar el impacto del Acta Única Europea sobre la economía española (Polo y Sancho, 1993a). El MEGA-2 estuvo compuesto por doce bienes de producción, diecinueve bienes de consumo, tres bienes de demanda final no consumida (inversión, exportaciones a la CEE y exportaciones al resto de países), tres factores de producción (capital, trabajo cualificado y trabajo no cualificado), ocho tipos de consumidores privados (clasificados según la renta, la edad y los niveles de educación) y, finalmente, un agente público o gobierno. La producción se representó mediante una función anidada que exhibía rendimientos constantes a escala. La producción total en cada sector era resultado de agregar la producción interior y las importaciones de productos equivalentes según una especificación de tipo CES, que suponía la incorporación de sustituibilidad imperfecta entre los productos foráneos y los productos domésticos. Siguiendo la tradición del equilibrio general, en la situación de equilibrio todos los mercados de bienes y servicios se vaciarían con la excepción del mercado de trabajo

donde, a partir de la incorporación de rigideces de salario, se podía producir desempleo o exceso de oferta. Los parámetros estructurales del modelo se obtuvieron bien mediante estimación econométrica (elasticidades de sustitución entre producción interior e importada), o bien por calibración. La base de datos empleada en el procedimiento de calibración fue una matriz de contabilidad social de la economía española para 1987.

La modelización llegaba a la conclusión que el proceso de integración ayudaría a España a salir de la recesión. La influencia más negativa sería el incremento de la imposición indirecta, aunque se compensaría con las ganancias derivadas de la eliminación de las barreras arancelarias y no arancelarias, la integración económica y la liberalización del mercado de capitales. Las estimaciones indicaban que crecería la producción, el empleo, los ingresos del Estado y el bienestar de los consumidores. Los efectos más perjudiciales serían el deterioro del índice de cobertura y el incremento del déficit comercial con la CEE.

Siguiendo esta línea de trabajo, y explotando el desarrollo del MEGA-2, Polo y Sancho (1990) cuantificaron el papel de las cuotas empresariales a la Seguridad Social sobre la economía española, mediante la disminución de un 30% en los tipos impositivos de este impuesto. Entre los resultados, se evidenciaba que una reducción de los impuestos sociales de empresarios ocasionaría unos efectos muy positivos sobre la ocupación y sobre los niveles de actividad productiva, siempre que el comportamiento en el mercado de trabajo se rigiera por la austeridad salarial, es decir, si la oferta de trabajo se mostraba sensible al salario real de la economía.

Paralelamente, el MEGA-2 sirvió de marco para evaluar las consecuencias sobre la economía española de algunas reformas fiscales. Así, Polo y Sancho (1991) analizaron distintas modificaciones impositivas que garantizaran un mismo nivel en la recaudación del sector público. Concretamente, se simuló una sustitución de cotizaciones empresariales a la Seguridad Social por IVA y una sustitución de IRPF por IVA, haciendo una especial referencia en la eficiencia asociada a dichas modificaciones impositivas.

Sobre la base del MEGA-2, en Polo y Sancho (1993b) se efectuó una validación ex-post de los resultados con relación a la liberalización comercial del Acta Única Europea. Para ello se compararon los valores de las variables endógenas obtenidos a partir del modelo una vez incorporados los valores reales ya conocidos de determinadas variables exógenas, como por ejemplo las dotaciones de factor trabajo y capital, las exportaciones reales y los tipos de cambio reales con respecto a la Comunidad Europea y al Resto del Mundo. La comparación mostró que el modelo original captaba de forma satisfactoria los efectos más importantes producidos en la economía española en 1988.

Por otra parte, Kehoe, Polo y Sancho (1995) presentan un contraste ex-post de los resultados reportados por el MEGA-1 con relación a la reforma fiscal del año 1986. El estudio acerca de la validez del modelo se completa con un análisis de sensibilidad

a la especificación del mercado de trabajo y a la regla de cierre. Los autores concluyen que, en general, los resultados del modelo fueron robustos si se tienen en cuenta los shocks exógenos que afectaron a la economía española en el año 1986.

Una aportación importante para el desarrollo de las técnicas de simulación en España fue la aparición de la MCS para el año 1990, publicada por el Instituto Nacional de Estadística y elaborada por el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Uriel et al, 1997), en la que se seguían las directrices del Sistema Europeo de Cuentas del año 1995 (SEC-95). Esta matriz recogía las relaciones entre el valor añadido y el gasto final, así como una desagregación de la remuneración de asalariados por niveles de cualificación, y de los hogares atendiendo a criterios de sexo, nivel de estudios, edad y lugar de residencia. Los bienes y servicios quedaban divididos en dos niveles. El primer nivel se distribuía entre inversión, exportaciones y consumos intermedios, mientras que el segundo nivel se canalizaba al consumo interior.

La publicación de la MCS de España de 1990 ha propiciado la posterior aparición de modelos computacionales que utilizan esta matriz como base numérica para la calibración de los respectivos parámetros o variables exógenas. En esta línea, Ferri (1998) analiza los efectos sobre la economía española derivados de un aumento del gasto público en educación. Los resultados de este estudio muestran que el mejor escenario posible para el bienestar es aquel en el que el ahorro público se ajusta al aumento del gasto en educación, mientras que el peor escenario posible se desencadena cuando la educación se financia con un aumento de la recaudación. En términos generales, los niveles de bienestar son mayores bajo el supuesto de flexibilidad salarial en el mercado de trabajo.

Por otra parte, Gómez (1998) presenta un modelo de equilibrio general de la economía española con dos versiones, competitiva y no competitiva, para evaluar los efectos del Mercado Único Europeo. La base de datos empleada en este estudio es una transformación de la MCS de España de 1990. Como principal resultado se apuntan las notables asimetrías en los efectos sectoriales derivados de la liberalización comercial.

La problemática de la inmigración se ha materializado también en aportaciones de equilibrio general aplicado para la economía española. En este ámbito, Ferri, Gómez y Martín (2001) estudian las consecuencias de la creciente entrada de inmigrantes, mediante un modelo de equilibrio general computable de competencia perfecta en los mercados. La base numérica de este modelo es la matriz de contabilidad social de España de 1990. En el análisis se contempla un escenario de economía abierta con once sectores productivos, once bienes de consumo, doce agentes privados y un sector público. Existen rigideces en el mercado de trabajo que permiten un equilibrio con exceso de oferta y los inmigrantes poseen únicamente trabajo no cualificado, que es perfectamente sustitutivo del trabajo no cualificado de los consumidores internos. Todos los agentes cumplen con sus respectivos planes de optimización, teniendo en cuenta las restricciones presupuestarias y tecnológicas. De este trabajo destaca como

principal resultado que la afluencia de inmigrantes a la economía española supone un efecto positivo sobre la creación de empleo y sobre la producción agregada. Del mismo modo, se pone de manifiesto que los beneficios para la economía serán de una mayor intensidad cuanto mayor sea la flexibilidad salarial en el mercado de trabajo. Posteriormente, Ferri, Gómez y Martín (2002), utilizan el anterior modelo para evaluar las consecuencias sobre la economía española ante una posible movilidad intersectorial de inmigrantes, combinada con una situación de discriminación salarial en el mercado laboral. La asignación sectorial inicial de los inmigrantes es muy importante en el análisis, en tanto que los efectos sobre los salarios de los trabajadores no cualificados, derivados de la entrada de mano de obra extranjera, van a depender en gran medida de cuál sea el sector que recibe dicha mano de obra.

Adicionalmente, Sancho (2004) presenta una cuantificación del coste marginal en bienestar del sistema impositivo español mediante un modelo de equilibrio general aplicado. La representación de la economía contempla veintidós sectores productivos, un consumidor representativo, un agente público y dos sectores exteriores. El análisis de simulación consiste en aumentar todos los tipos impositivos efectivos del modelo en un 1% y establecer cuál es la pérdida marginal de bienestar, medida como la disminución de bienestar por cada unidad monetaria adicional de recaudación destinada a gasto público o a transferencias. Los resultados sugieren que la ineficiencia marginal del sistema impositivo español es considerable, y que los costes en bienestar son asimétricos en función del instrumento impositivo analizado.

En los últimos años, el problema de la contaminación medioambiental ha propiciado el desarrollo de aportaciones que se enmarcan dentro de la disciplina del equilibrio general aplicado. Como exponente de MEGA medioambiental aplicado al caso español, podemos citar a Manresa y Sancho (2005), donde se utiliza un modelo de equilibrio general para analizar la existencia del *doblo dividendo* (reducción de emisiones, aumento de bienestar y aumento del empleo) en la economía española. El modelo contempla una detallada representación de la estructura productiva, incorporando veintidós ramas de actividad de las cuales diez se corresponden a los sectores energéticos; el consumo está representado por un único agente agregado; el gobierno cobra impuestos a empresas y familias y, por otra parte, transfiere rentas a los consumidores y decide el importe del gasto público; finalmente, el sector exterior aparece separado en Comunidad Europea y Resto del Mundo. El análisis de simulación consiste en introducir un impuesto medioambiental sobre el uso de la energía combinado con una reducción de impuestos, de tal forma que la reforma impositiva sea neutral con relación a los ingresos públicos. Se analizan las ganancias netas en el bienestar de los agentes, incluyendo los efectos sobre la producción y la influencia sobre el empleo. Los resultados de este análisis confirman que existe la posibilidad del *doblo dividendo*, es decir, es posible introducir un impuesto ambiental en la economía y a la vez, aumentar el empleo y reducir las emisiones contaminantes.

### 2.3. Modelos de equilibrio general de competencia imperfecta

La representación de competencia perfecta y rendimientos constantes a escala da lugar a un tipo de modelo que resulta bien conocido en la literatura del equilibrio general aplicado. No obstante, el comportamiento competitivo puede obviar aspectos importantes de la realidad económica. Por citar un ejemplo, el análisis de políticas de liberalización comercial debería incorporar la posibilidad de aprovechar las economías de escala derivadas de la posible ampliación de los mercados. Pese a su indudable interés, la representación de competencia imperfecta en el equilibrio general aplicado está asociada con problemas tanto a nivel teórico como a nivel práctico. En particular, en una economía de competencia imperfecta existe el peligro de una situación de multiplicidad de equilibrios y la elección del numerario puede ocasionar problemas bajo situaciones no competitivas<sup>7</sup>.

Con relación a los modelos no competitivos de la economía española, es necesario apuntar que como regla general en todos ellos se supone que las empresas son competidoras. No obstante, incorporamos en esta categoría aquellas aportaciones de equilibrio general que introducen aspectos no competitivos en alguna de las partes del modelo. La tabla 2 contiene las contribuciones de estas características para la economía española.

Como trabajo pionero en este ámbito, Roland-Host, Polo y Sancho (1995) analizan los efectos de la liberalización comercial sobre la economía española, a partir de una representación con rendimientos crecientes a escala en algunos sectores de producción. Esta situación procede de la incorporación de una tecnología con costes fijos en tres actividades productivas: industria básica, maquinaria y automóviles. Los resultados muestran que los rendimientos crecientes a escala juegan un papel muy importante en la determinación del bienestar asociado a la liberalización comercial. En este sentido, incluso una liberalización de tipo parcial supondría amplias ganancias de bienestar, siempre que el output doméstico aumentara a un ritmo mayor que la entrada de nuevas empresas en la industria.

Posteriormente, Gómez (1998) construye un modelo de competencia imperfecta basado en una representación de oligopolio de Cournot con libertad de entrada y salida en la industria manufacturera y en los servicios. Se pretende analizar los efectos del Mercado Único Europeo sobre la economía española, usando como base de datos una transformación de la MCS de 1990. El modelo incorpora un consumidor representativo y once sectores productivos. Existen rigideces de precios en el mercado laboral que pueden conducir a un equilibrio con exceso de oferta en este mercado. La conclusión más importante es la asimetría sectorial que el Mercado Único ocasiona sobre la economía española.

---

7. Véase Hoffman (2002) para una discusión y posibles soluciones en torno a la problemática asociada a los modelos de equilibrio general de competencia imperfecta.

**Tabla 2. Modelos de la economía española con supuestos no competitivos**

	<i>Publicación</i>	<i>Simulación</i>
Política comercial	Roland-Holst, Polo y Sancho (1995) Gómez (1998) Bajo y Gómez (2000)	Liberalización comercial Mercado Único Europeo Mercado Único Europeo y supuestos acerca del tamaño país
Política fiscal	Gómez (1999) Bajo y Gómez (2004)	Reforma fiscal 1995 Reducción cotizaciones sociales por niveles de cualificación
Política medioambiental	Gómez y Kverndokk (2002)	Sustitución cotizaciones sociales por impuestos emisión CO <sub>2</sub>

Fuente: *Elaboración propia y Gómez (2002).*

Sobre la base del anterior modelo, Bajo y Gómez (2000) amplían el análisis mediante la incorporación de supuestos acerca del tamaño del país. El principal resultado es que estos supuestos pueden jugar un papel incluso más importante que los rendimientos a escala. En particular, los efectos sobre las principales variables son de una mayor magnitud bajo la hipótesis de economía pequeña, en comparación a un escenario de economía grande.

Con relación al análisis de políticas fiscales, Gómez (1999) muestra un modelo de equilibrio general con dos versiones, competitiva y no competitiva, para analizar la reforma de las cotizaciones empresariales a la Seguridad Social del año 1995. Dicha reforma consistió en una reducción de tipos en algunos regímenes de cotización, conjuntamente al aumento de un punto en el tipo del impuesto sobre el valor añadido. La conclusión que se deriva de este trabajo es la sensibilidad de las variables económicas al supuesto de comportamiento de los mercados. En general, se comprueba cómo la reforma tiende a crear empleo a nivel agregado, aunque desde una perspectiva sectorial se obtienen unas asimetrías importantes.

En Bajo y Gómez (2004) se efectúa una ampliación del anterior modelo mediante una desagregación de los hogares de la economía en doce categorías diferenciadas. A partir de este nuevo marco, se simula una reducción de las cotizaciones sociales por niveles de cualificación de la mano de obra. En la calibración de los parámetros se utiliza una transformación de la MCS de España de 1990<sup>8</sup>. El análisis de simulación comprende una reducción de cuotas para todos los tipos de trabajo y, adicionalmente, una reducción de cuotas únicamente para el trabajo no cualificado. Estas situaciones se combinan con un escenario de equivalencia recaudatoria, de tal forma que se permite el aumento lineal de los tipos del IVA. Entre los resultados, se observa que si la reducción impositiva afecta únicamente al trabajo no cualificado los efectos sobre el

8 Véase Gómez (2001).

empleo son mayores en comparación a una reducción general de las cotizaciones que afecte a todos los tipos de trabajo.

Con relación al análisis de la política medioambiental, Gómez y Kverndokk (2002) analizan aspectos de fiscalidad y medio ambiente mediante un modelo de equilibrio general de competencia imperfecta. Una novedad de este modelo es la incorporación de una representación de mercado de trabajo fundamentada en la existencia de salarios de reserva y costes de búsqueda. La estructura productiva contempla una desagregación de dieciséis sectores productivos, y se incorpora un único consumidor representativo. Mediante el análisis de simulación se evalúan los efectos de una sustitución de cotizaciones sociales por imposición sobre emisiones contaminantes, en un escenario de ingresos públicos constantes.

### 3. EL EQUILIBRIO GENERAL APLICADO REGIONAL

El uso de modelos de equilibrio general aplicado como instrumentos de simulación regional ha sido mucho más reciente. La aparición de institutos de estadística regionales junto con la desagregación de las fuentes de información nacionales a niveles inferiores, han posibilitado un inicio en la implementación de modelos de simulación para las regiones españolas. Esta incipiente regionalización del equilibrio general aplicado presenta un indudable interés, en el sentido que permite acercarnos a ámbitos económicos particulares, en los que las políticas públicas o los nuevos escenarios económicos pueden producir unos efectos específicos, difiriendo de aquéllos que serían representativos del conjunto de la economía española.

La matriz de contabilidad social de Andalucía de 1995<sup>9</sup> constituye el paso previo a la elaboración de un modelo de equilibrio general (Cardenete y Sancho, 2003), que evalúa las consecuencias regionales de la reforma del IRPF acontecida en el año 1999. En el trabajo se exponen dos representaciones de equilibrio general, que difieren en la obtención del valor añadido, una con tecnología de coeficientes fijos de tipo Leontief y otra de tipo Cobb-Douglas, permitiendo así la sustitución o no de los factores productivos. Las conclusiones que se extraen de este análisis son la presión de la reforma del IRPF sobre los precios regionales, las notables discrepancias observadas sobre los niveles de actividad sectorial y la mejora general en la renta disponible de los agentes privados. Adicionalmente, los efectos positivos de la reforma del IRPF sobre la economía andaluza se manifiestan de una forma más contundente en el caso en que la obtención del valor añadido sigue una tecnología de coeficientes fijos, es decir, si no se permite la adaptación de la estructura productiva a las nuevas condiciones. En el caso alternativo, en que sí se permite dicha adaptabilidad, los efectos también resultan positivos para el conjunto de la economía, aunque con una menor intensidad.

---

9. Véase Cardenete y Moniche (2001) para una descripción de esta base de datos.

Sobre la base del anterior modelo, en Cardenete (2004) se analizan los efectos de las cotizaciones empresariales a la Seguridad Social en la economía andaluza. La simulación consiste en adecuar los tipos impositivos de las cuotas de empresarios a los niveles medios europeos. Los resultados muestran que la reducción en este impuesto mejora sustancialmente la actividad económica regional y aumenta los niveles de bienestar de la mayoría de hogares.

Por otra parte, el problema de la contaminación medioambiental en la región andaluza ha sido estudiado por André, Cardenete y Velázquez (2005). Este trabajo evalúa el impacto de la incorporación de un impuesto ecológico compensado por una reducción del impuesto sobre la renta o, alternativamente, de las cotizaciones de empresarios a la Seguridad Social, bajo la hipótesis de déficit público constante. El objetivo consiste en analizar la posibilidad del *doble dividendo*, es decir, mejoras en el bienestar ambiental (reducción de las emisiones) y mejoras no ambientales (aumento del empleo y aumento de los niveles de bienestar privados). Se aprecia la existencia del doble dividendo cuando la reforma impositiva consiste en una sustitución de impuestos sobre el factor trabajo por impuestos ambientales. Contrariamente, no se observa doble dividendo en la economía regional en el caso que la reforma impositiva se aplique sobre el impuesto de la renta.

El primer exponente de equilibrio general para Cataluña se presenta en Manresa y Sancho (2004), que toma como referencia el año 1987. El trabajo analiza la intensidad energética sectorial de la economía catalana mediante el uso de los modelos lineales de multiplicadores. Adicionalmente se estiman las cifras globales de emisiones contaminantes, con distinción entre aquellas emisiones originadas en el ámbito productivo y aquellas emisiones procedentes del consumo final. Como resultados más relevantes, destaca la existencia de una disparidad notable en la medida de la intensidad energética, según se usen multiplicadores simples o ampliados. Por otra parte, se observa que son los propios sectores energéticos aquellos que utilizan las fuentes energéticas con una mayor intensidad.

Adicionalmente, Llop y Manresa (2004) presentan un modelo de equilibrio general para la economía catalana, sobre la base numérica de una MCS de dicha economía con datos de 1990<sup>10</sup>. El objetivo consiste en analizar las consecuencias regionales de una posible reforma en las cotizaciones de empresarios a la Seguridad Social, incorporando distintos supuestos de incidencia de esta figura impositiva entre los empresarios y/o trabajadores. Los resultados ponen de manifiesto que los efectos sobre las variables económicas regionales ante una reducción de las cuotas empresariales a la Seguridad Social dependen en gran medida de la incidencia impositiva efectiva entre empleadores y empleados. En la misma línea que la literatura que versa sobre este tema, si el gravamen es soportado por el empleador una reducción de las cotizaciones

---

10. Véase Llop y Manresa (1999) para una descripción de esta matriz de contabilidad social.

desencadena unos efectos muy positivos sobre el empleo, principalmente cuando la oferta de trabajo es sensible al salario real de la economía. No obstante, si se contempla la posibilidad que el gravamen de este impuesto sea trasladado sobre el trabajador, en términos de una menor renta salarial recibida, se observa cómo la ocupación de la economía disminuye. Adicionalmente se comprueba que ante una reducción de los impuestos sociales, se producen unos efectos sobre el bienestar de sentido contrario entre las distintas hipótesis de incidencia, principalmente si la oferta de trabajo es flexible. Todas estas evidencias, permiten señalar que una distinta definición de las figuras impositivas en un modelo de equilibrio general puede alterar notablemente el mensaje reportado por dicho modelo.

Para la economía de Extremadura, de Miguel (2003) presenta un modelo de equilibrio general con el objetivo de analizar una posible reforma de la Política Agraria Común que eliminara las subvenciones que recibe el sector agrario de la Unión Europea. La representación de la economía recoge diez sectores productivos, once consumidores (divididos en función de la edad, el sector de actividad y los niveles de renta), un agente público y tres sectores exteriores (resto de España, Unión Europea y Resto del Mundo). Los parámetros se calibran a partir de una matriz de contabilidad social de la economía extremeña con datos de 1990<sup>11</sup>. El ejercicio de simulación consiste en analizar los efectos de una eliminación completa de las subvenciones que recibe la agricultura extremeña de la Unión Europea. Los resultados muestran un incremento general de los precios regionales, así como una reducción en los niveles de actividad productiva. Por otra parte, se produciría una reducción en el ahorro y en el consumo, que tendría sus efectos en una caída en los niveles de bienestar privados. La tasa de paro aumentaría, especialmente la tasa de paro agraria, y se producirían importantes aumentos en la inversión de la economía regional.

Como comentario final a los MEGA regionales, nos gustaría apuntar que la aplicación del equilibrio general a las regiones españolas presenta el inconveniente de la información estadística necesaria. Si bien en los últimos años la aparición de institutos de estadística regionales ha supuesto un acceso más fácil a la información, siguen persistiendo los problemas. En este sentido, existe una falta de armonización entre las fuentes estadísticas nacionales y las regionales. Para evitar esta desarmonización estadística, parece necesario que los institutos de estadística regionales provean las matrices de contabilidad social directamente, siguiendo las recomendaciones del SEC-95 y de acorde a los resultados de contabilidad regional elaborados por el INE. Asimismo, parece también necesaria la colaboración entre investigadores y responsables de elaboración de estadísticas, con el fin de evitar la duplicación de esfuerzos y facilitar la investigación aplicada.

---

11. De Miguel, Manresa y Ramajo (1998) contiene una descripción de esta matriz de contabilidad social.

#### 4. CONCLUSIONES

El uso de los modelos de equilibrio general como técnica de simulación en España no ha sido muy tardío aunque, en nuestra opinión, no se le ha prestado la necesaria atención. Las instituciones gubernamentales están empezando a tener en cuenta estos modelos a la hora de tomar decisiones de política económica, sobre todo en el área fiscal, pero aún no de forma generalizada.

Las primeras aportaciones de equilibrio general para la economía española se centraron en el análisis de políticas fiscales, pero en la actualidad existe una extensión del equilibrio general a otras temáticas económicas, como la política medioambiental o la inmigración. Por otra parte, si bien los primeros modelos efectuaron representaciones de competencia perfecta en todos los mercados, posteriormente se han incorporado situaciones de rendimientos crecientes a escala y comportamientos oligopolísticos en algunos agentes. Todas estas ampliaciones ponen de manifiesto la versatilidad del equilibrio general en el estudio de los hechos económicos y el gran potencial de estos modelos como herramienta de investigación.

Más reciente aún es la construcción de modelos de equilibrio general aplicado a nivel regional, y entendemos que esta área de estudio debe ampliarse y mejorarse en futuros trabajos. En particular, el equilibrio general regional permitirá profundizar en los efectos particulares de cada región, mejorando por tanto la capacidad explicativa de los modelos y permitiendo el avance en el conocimiento de las realidades económicas individualizadas.

En los últimos años, la literatura del equilibrio general aplicado está también incorporando comportamientos dinámicos y expectativas en los agentes. A pesar que no existe todavía ninguna contribución de estas características para la economía española, no cabe duda que se trata de una nueva línea de investigación que se mostrará muy fructífera en los próximos años. De un mismo modo, la globalización creciente de los escenarios económicos hace necesario avanzar en la elaboración de modelos multirregionales o multipaís, para captar las nuevas interacciones que se producen en los mercados internacionales.

En el terreno práctico, los investigadores se han ido encontrando con importantes problemas de desarmonización estadística entre las diferentes fuentes, así como simples deficiencias informativas. La falta de información es un problema de difícil solución. Siempre podemos suplir la ausencia de estadísticas con alguna argucia ingeniosa, aunque lo más positivo sería que las instituciones responsables de la elaboración de los datos coordinaran sus esfuerzos y resultados. En particular, parece necesaria la colaboración de los responsables de estadísticas y los investigadores para aunar esfuerzos y facilitar la extensión y generalización de los modelos de equilibrio general.

El desarrollo de técnicas para la solución empírica de los modelos de equilibrio general walrasiano ha abierto el campo de la modelización aplicada y ha permitido el

uso de modelos para el análisis de muchos mercados simultáneamente. El tipo de marco presentado en este trabajo ayuda a delinear los problemas y señalar áreas fructíferas para una búsqueda futura, pero puede proveer solamente un marco para el análisis, no una solución.

## Agradecimientos

El primer autor agradece la financiación del Ministerio de Educación y Cultura por el proyecto SEC2003-05112, y el proyecto PAI-SEJ246. El segundo autor agradece la financiación del Ministerio de Educación y Cultura por los proyectos SEC2003-06630 y SEJ2004-07477. Este trabajo también se ha beneficiado de la ayuda financiera recibida de CentrA (Fundación Centro de Estudios Andaluces) y de la ayuda de la Generalitat de Catalunya por el grupo consolidado de Economía Computacional XT2004-0095.

## BIBLIOGRAFÍA

- AHIJADO, M. (1983) Una evaluación empírica de algunos aspectos de la reforma fiscal de 1979, *Hacienda Pública Española*, 81, pp. 213-229.
- ALCAIDE, J y RAIMOND, J. L. (1981) Crecimiento de la producción y nivel de empleo de la economía española, *Papeles de Economía Española*, 8, pp. 213-229.
- ANDRÉ, F. J.; CARDENETE, M. A. y VELÁZQUEZ, E. (2005) Performing an environmental tax reform in a regional economy. A computable general equilibrium approach, *Annals of Regional Science*, forthcoming.
- ARROW, K. J. y DEBREU, G. (1954) Existence of an equilibrium for a competitive economy, *Econometrica*, 22, pp. 265-290.
- BAJO, O. y GÓMEZ A. (2000) The role of country size and returns to scale in empirical assessments of economic integration: the case of Spain, *Documento de Trabajo*, 5, Departamento de Economía, Universidad Pública de Navarra.
- BAJO, O. y GÓMEZ A. (2004) Reducing social contributions on unskilled labour as a way of fighting unemployment: an empirical evaluation for the case of Spain, *FinanzArchiv*, 60, pp. 160-185.
- CALATRAVA, A. y MARTÍNEZ-AGUADO, T. (1984) Efectos económicos sobre la economía nacional derivados de la introducción del IVA: un estudio cuantitativo de los efectos sobre los precios sectoriales y del consumo privado, *Hacienda Pública Española*, 88, pp. 253-266.
- CARDENETE, M. A. (2004) Evaluación de una reducción de las cuotas empresariales a la Seguridad Social a nivel regional a través de una modelo de equilibrio general aplicado: el caso de Andalucía, *Estudios de Economía Aplicada*, 22, pp. 99-113.
- CARDENETE, M. A. y MONICHE, L. (2001) El nuevo marco Input-Output y la SAM de Andalucía para 1995, *Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales*, 41, pp. 13-31.

- CARDENETE, M. A. y SANCHO, F. (2003) An applied general equilibrium model to assess the impact of national tax changes on a regional economy, *Review of Urban and Regional Development Studies*, 15, pp. 55-65.
- FERRI, F. J. (1998) Efectos del gasto público en educación, Tesis Doctoral, Departamento de Análisis Económico, Universidad de Valencia.
- FERRI, F. J.; GÓMEZ, A. y MARTÍN, J. (2001) General equilibrium effects of increasing immigration: the case of Spain, *Documentos de Trabajo*, 2, Departamento de Análisis Económico, Universidad de Valencia.
- FERRI, F. J.; GÓMEZ, A. y MARTÍN, J. (2002) International immigration and mobility across sectors: an exploration of alternative scenarios for Spain, *Documento de Trabajo*, 16, Departamento de Economía, Universidad Pública de Navarra.
- GINSBURGH, V. y KEYZER, M. (1997) *The Structure of Applied General Equilibrium Models* (Cambridge, the MIT Press).
- GÓMEZ, A. (1998) Efectos del Mercado Único Europeo sobre la economía española: un análisis a través de un modelo de equilibrio general aplicado, Tesis Doctoral, Departamento de Economía, Universidad Pública de Navarra.
- GÓMEZ, A. (1999) Efectos de los impuestos a través de un modelo de equilibrio general aplicado de la economía española, *Papeles de Trabajo*, 4, Instituto de Estudios Fiscales.
- GÓMEZ A. (2001) Extensiones de la matriz de contabilidad social de España, *Estadística Española*, vol. 43, 147, pp. 125-163.
- GÓMEZ, A. (2002) Simulación de políticas económicas: los modelos de equilibrio general aplicado, *Papeles de Trabajo*, 35, Instituto de Estudios Fiscales.
- GÓMEZ, A. y KVERNDOKK, S. (2002) Can carbon taxation reduce Spanish unemployment?, Ragnar Frisch Centre for Economic Research, University of Oslo, mimeo.
- HARBERGER, A. C. (1962) The incidence of the corporate income tax, *Journal of Political Economy*, 70, pp. 215-240.
- HARRIS, R. G. (1984) Applied general equilibrium analysis of small open economies with scale economies and imperfect competition, *American Economic Review*, 74, pp. 1016-1032.
- HOFFMANN, A. N. (2002) Imperfect competition in computable general equilibrium models: a primer, *Economic Modelling*, 20, pp. 119-139.
- KEHOE, T. J. (1996) Social accounting matrices and applied general equilibrium models, Working Paper 563, Research Department, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- KEHOE, P. J. y Kehoe, T. J. (1994) A primer on static applied general equilibrium models, *Quarterly Review*, 18, pp. 2-16, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- KEHOE, T. J.; MANRESA, A.; NOYOLA, P. J.; POLO, C. y SANCHO, F. (1988) A general equilibrium analysis of the 1986 tax reform in Spain, *European Economic Review*, 32, pp. 334-342.

- KEHOE, T. J.; MANRESA, A.; POLO, C. y SANCHO, F. (1988) Una matriz de contabilidad social de la economía española, *Estadística Española*, 30, pp. 5-33.
- KEHOE, T. J.; MANRESA, A.; POLO, C. y SANCHO, F. (1989) Un análisis de equilibrio general de la reforma fiscal de 1986 en España, *Investigaciones Económicas* 13, pp. 337-385.
- KEHOE, T. J.; POLO C. y SANCHO F. (1995) An evaluation of the performance of an applied general equilibrium model of the Spanish economy, *Economic Theory*, 6, pp. 115-141.
- LEONTIEF, W. (1941) *The Structure of American Economy, 1919-1929: an Empirical Application of Equilibrium Analysis* (Cambridge, Harvard University Press).
- LLOP, M. y MANRESA, A. (1999) Análisis de la economía de Cataluña (1994) a través de una matriz de contabilidad social, *Estadística Española*, vol. 41, 144, pp. 241-268.
- LLOP, M. y Manresa, A. (2004) The general equilibrium effects of social security contributions under alternative incidence assumptions, *Applied Economics Letters*, 11, pp.847-850.
- MANRESA, A.; POLO, C. y SANCHO, F. (1988) Una evaluación de los efectos del IVA mediante un modelo de producción y gasto de coeficientes fijos, *Revista Española de Economía*, 5, pp. 45-64.
- MANRESA A.; POLO C. y SANCHO F. (1991) Los modelos de equilibrio general como instrumento de política económica, en: R. Marimon y X. Calsamiglia (directores) *Invitación a la Teoría Económica* (Barcelona, Ariel Economía).
- MANRESA, A.; NOYOLA, P. J.; POLO, C. y SANCHO, F. (1986) Una introducción a los modelos de equilibrio general aplicado, *Cuadernos Económicos de ICE*, 34, pp. 31-43.
- MANRESA, A. y SANCHO, F. (2004) Energy intensive and CO<sub>2</sub> emissions in Catalonia: a SAM analysis, *Internacional Journal of Environment, Workforce and Employment*, 1, pp. 91-106.
- MANRESA, A. y SANCHO, F. (2005) Implementing a double dividend: recycling ecotaxes towards coger labour taxes, *Energy Policy*, 33, pp. 1577-1585.
- DE MIGUEL, F. J.; MANRESA, A. y RAMAJO, J. (1998) Matriz de contabilidad social y multiplicadores contables: una aplicación para Extremadura, *Estadística Española*, 143, pp. 195-232.
- DE MIGUEL, F. J. (2003) *Matrices de contabilidad social y modelización de equilibrio general: una aplicación para la economía extremeña*, Tesis Doctoral, Departamento de Economía Aplicada y Organización de Empresas, Universidad de Extremadura.
- POLO, C. y SANCHO, F. (1990) Efectos económicos de una reducción de las cuotas empresariales a la Seguridad Social, *Investigaciones Económicas*, 14, pp. 407-424.
- POLO, C. y SANCHO, F. (1991) Equivalencia recaudatoria y asignación de recursos: un análisis de simulación, *Cuadernos Económicos de ICE*, 48, pp. 239-251.

- POLO, C. y SANCHO, F. (1993a) An analysis of Spain's integration in the EEC, *Journal of Policy Modeling*, 15, pp. 157-178.
- POLO, C. y SANCHO, F. (1993b) Insights or forecasts? An evaluation of a simple CGE model of Spain, *Journal of Forecasting*, 12, pp. 437-448.
- PYATT, G. (1988) A SAM approach to modelling, *Journal of Policy Modeling*, 10, pp. 327-352.
- PYATT, G. y ROUND, J. (1985) *Social Accounting Matrices. A Basis for Planning*, (Washington, World Bank).
- ROLAND-HOLST, D.; POLO, C. y SANCHO, F. (1995) Trade liberalization and industrial structure in Spain: an applied general equilibrium analysis, *Empirical Economics*, 20, pp. 1-18.
- SANCHO, F. (2004) Una estimación del coste marginal en bienestar del sistema impositivo en España, *Hacienda Pública Española*, 169, pp. 117-132.
- SANZ, R. (1984) Evaluación del impuesto inflacionista de las alzas salariales sobre la economía española en base a las tablas Input-Output, *Revista Española de Economía*, 1, pp. 55-75.
- SHOVEN, J. B. y WHALLEY, J. (1992) *Applying General Equilibrium* (Cambridge, Cambridge University Press).
- URIEL, E.; BENEITO, P.; FERRI, J. y MOLTÓ, M. L. (1997) *Matriz de Contabilidad Social de España 1990 (MCS-90)* (Madrid, Instituto Nacional de Estadística e Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas).
- WHALLEY, J. (1991) La modelización del equilibrio general aplicado, *Cuadernos Económicos del ICE*, 48, pp. 179-195.