

# EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y ESTRUCTURAS DE CONSUMO EN ESPAÑA

---

Mònica Serrano\*

---

Fecha de recepción: 3 de febrero de 2005

Fecha de aceptación y versión final: 17 de abril de 2005

**Resumen:** La aplicación del principio contable de la producción y del consumo permite determinar la responsabilidad de la contaminación atmosférica desde dos perspectivas diferentes. En este artículo, sobre la base del principio contable del consumo, se analiza la relación entre los patrones de consumo de los hogares españoles y las emisiones de los gases de efecto invernadero en 1998. Para ello, se desarrolla un modelo input-output medioambiental ampliado en el que se combinan datos de tablas input-output, encuestas de presupuestos familiares y cuentas satélite sobre las emisiones atmosféricas. Finalmente, se muestra que, aunque los hogares con mayores ingresos son los que más contaminan en términos de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, sus patrones de consumo, en cambio, contribuyen algo menos al efecto invernadero.

**Palabras clave:** Input-output, patrones de consumo, emisiones gases efecto invernadero.

**Abstract:** In order to evaluate the responsibility for the greenhouse gas emissions from two different frameworks, it should be

---

\* Departament de Teoria Econòmica. Universitat de Barcelona. monica.serrano@ub.edu

La autora agradece los comentarios y el constante apoyo recibidos de Jordi Roca; la información facilitada por Félix Alonso, María Luisa Egido y Teresa Palomar del Instituto Nacional de Estadística y a Abel Lucena por la ayuda prestada en la programación. Cualquier error u omisión es responsabilidad única de la autora.

applied both a production and a consumption accounting principle. By using the consumption principle, we analyse the relation between Spanish household consumption patterns and greenhouse gas emissions in 1998. We combine input-output tables, national consumer survey statistics and environmental pollution satellite accounts into a generalized environment input-output model. It is concluded that the more income households have, the more emissions of greenhouse gases they generate. However, the results also show that their consumption patterns contribute less to the global warming.

**Key words:** Input-output, consumption pattern, greenhouse gases emissions.

## 1. Introducción

Con la entrada en vigor de los acuerdos suscritos en el Protocolo de Kyoto, el objetivo de reducción de emisiones impuesto a la Unión Europea exige que en el periodo 2008-2012 se emitan un 8% menos de gases de efecto invernadero (GEI)<sup>1</sup> que en 1990 (United Nations, 1997). La Directiva Europea 2002/358/CE que ratifica el protocolo, reparte este objetivo entre los países miembros de forma que el estado español puede aumentar un 15% las emisiones de GEI con respecto al año de referencia. No obstante, actualmente España se encuentra lejos de poder cumplir el compromiso adquirido ya que en el año 2002 estas emisiones suponían casi el 40% de los niveles registrados en 1990<sup>2</sup>.

La mayor parte de los estudios y debates se han centrado, por una parte, en la discusión sobre los mecanismos establecidos que permiten a los países y sectores productivos asumir los costes económicos que supone la superación de los niveles establecidos –un ejemplo es el mercado de derechos de emisión–

---

<sup>1</sup> El Protocolo de Kyoto, que entró en vigor el 16 de febrero de 2005, permitirá controlar las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de los países industrializados y de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

<sup>2</sup> Real Decreto 1866/2004 de 6 de septiembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de asignación de derechos de emisión 2005-2007, publicado en el BOE núm. 216, 7 de septiembre de 2004.

y, por otra, en el diseño de políticas sectoriales que incentiven cambios en los procesos de producción o que potencien la utilización de fuentes de energía alternativas menos contaminantes, para reducir las emisiones de GEI. Sin embargo, muy pocos han enfocado el problema preguntándose en qué medida las tipologías de consumo contribuye a la contaminación atmosférica. Este es precisamente el objetivo de este trabajo: analizar la relación entre los patrones de consumo de los hogares españoles y las emisiones de GEI para poder determinar el grado de responsabilidad de los diferentes grupos de consumidores y en qué medida el nivel de renta contribuye a estructuras de gasto más o menos favorables en la contaminación atmosférica.

La mayoría de las instituciones estadísticas, fundamentadas en razones básicamente empíricas, registran las emisiones de sustancias contaminantes basándose en el principio contable de la producción. Según este principio, el "productor" es responsable de las emisiones de GEI que se generan y, en este sentido, estas emisiones se localizan en los procesos que realmente emiten GEI a la atmósfera: los procesos de producción de bienes y servicios, la producción de energía y, en el caso de los hogares, el uso de combustibles, calefacción y otras actividades<sup>3</sup>. Sin embargo, de acuerdo con el principio contable del consumo, el responsable de las emisiones de GEI derivadas de la producción de energía y de bienes y servicios que se demandan no es quién los produce, sino quién demanda dicha energía o el resto de los productos. Usando este principio, las emisiones están relacionadas con el uso final de los bienes y servicios incluso si estos se importan desde otras economías (Munksgaard y Pedersen, 2001). La diferencia entre los dos principios se basa en la distinción entre "emisiones de CO<sub>2</sub>" y "responsabilidad por el CO<sub>2</sub>" realizada por Proops et al. (1993). Este enfoque ha permitido que, recientemente, numerosos estudios hayan tratado de vincular el patrón de consumo de los hogares con el nivel de emisión de gases contaminantes mediante la integración de modelos input-output y de análisis de requerimientos de energía o de flujos de emisión (Wier, 1998; Mukhopadhyay y Chakraborty, 1999; Wilting et al., 1999; Jacobsen, 2000; Munksgaard et al., 2000 y Lezen, 2001). Otros estudios han ido más allá incluyendo información sobre las características de los hogares –como por ejemplo, el nivel de educación, el número de hijos o el estatus socioeconómico– (Vringer y Blok, 1995; Duchin, 1998; Lenzen, 1998; Biesiot y Noorman, 1999; Weber y Perrels, 2000 y Wier et al., 2001). Estos estudios se centran, mayoritariamente, en el análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> tanto de las vinculadas directamente al uso de la energía residencial o para transporte como de la energía utilizada en la producción de los diversos bienes y servicios que son consumidos por los hogares.

En este artículo, se analiza de forma novedosa para España la relación entre los patrones de consumo de los hogares españoles por percentiles de

---

<sup>3</sup> Este es el principio que se presume en el acuerdo de Kyoto y en la contabilidad ambiental llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadística.

ingreso equivalente y las emisiones no sólo de CO<sub>2</sub>, sino también de los otros cinco gases regulados por el Protocolo de Kyoto –CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>, HFC y PFC–. Siguiendo la tradición de los trabajos anteriores, se utiliza un modelo input-output medioambiental ampliado en el que se combina la información de tablas input-output, encuestas de presupuestos familiares y en el que, a diferencia de los estudios anteriores, no se utiliza tablas input-output energéticas sino cuentas satélite sobre las emisiones atmosféricas<sup>4</sup>. El análisis se realiza para 1998 distinguiendo entre las emisiones directas e indirectas de los hogares. Las emisiones directas son generadas por los hogares en el uso de combustible para el transporte, calefacción y otras actividades; mientras que las emisiones indirectas se generan en los sectores económicos que producen los bienes y servicios que son demandados por los hogares.

La utilización de la metodología input-output en este trabajo permite, por un lado, demostrar los diferentes resultados que se obtienen con la utilización del principio contable de la producción o el principio del consumo a la hora de determinar las responsabilidades de las emisiones de GEI. Y por otro lado, determinar la relación existente entre los diferentes patrones de consumo y los niveles de contaminación. De hecho, los resultados obtenidos muestran que aunque existe una relación claramente positiva entre los ingresos de los hogares y las emisiones de GEI asociadas a su consumo, los patrones de consumo de los hogares con mayor nivel de renta tienen algo menos de impacto sobre el efecto invernadero. Sin embargo, estos resultados deben ser interpretados con cierta cautela debido a las particularidades de los datos disponibles<sup>5</sup>. No obstante, esto último no invalida la capacidad analítica de la metodología utilizada y, aunque los datos pueden ser mejorados, los resultados obtenidos muestran la potencia del modelo input-output para analizar las relaciones existentes entre la economía y el medio ambiente.

Tras esta introducción, en la sección 2 se describen el marco teórico y el modelo utilizado para hacer el análisis empírico basado en un modelo input-output. La sección 3 describe los datos y las fuentes de información utilizadas. Los resultados se presentan en la sección 4. Y la sección 5 resume las conclusiones de este trabajo.

## 2. El modelo teórico

Al igual que Weber y Perrels (2000) y Munksgaard et al. (2000), en este

---

<sup>4</sup> La aplicación del marco teórico input-output en temas relacionados con el medio ambiente ha desarrollado dos metodologías diferenciadas aunque relacionadas entre sí: el análisis input-output medioambiental y el análisis input-output energético. El primero, analiza la generación y/o eliminación de la contaminación provocada por la actividad económica; mientras que el segundo, se centra en el estudio de los flujos y requerimientos de energía de la economía. Estos modelos energéticos, permiten también estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al uso de la energía. Para más detalles de las dos metodologías ver (Miller y Blair, 1985) y volumen II (Kurz et al., 1998).

<sup>5</sup> Según información de la unidad de encuestas medioambientales del Instituto Nacional de Estadística, los datos de las cuentas ambientales están a la espera de ser actualizados en base al último inventario CORINAIR.

modelo se distingue entre las emisiones directas y las emisiones indirectas de los hogares. En el primer caso se hace referencia a las emisiones producidas por los hogares debido al consumo directo, especialmente de energía, que estos realizan. En cambio, las emisiones indirectas se refieren a las emisiones asociadas a la producción de todos los bienes y servicios que consumen los hogares.

En consecuencia, las emisiones totales de las  $k$  sustancias contaminantes que realiza cada uno de los diferentes hogares  $i$  vendrán determinadas por la ecuación

$$E_{ki} = E_{ki}^h + E_{ki}^p \quad [1]$$

donde  $E_{ki}$ ,  $E_{ki}^h$  y  $E_{ki}^p$  son respectivamente las matrices de las emisiones totales, directas e indirectas de las diferentes sustancias por parte de los diferentes tipos de hogares. En este trabajo se consideran los 6 gases de efecto invernadero (GEI) regulados por el Protocolo de Kyoto y 10 tipos de hogares clasificados según el nivel de ingresos netos equivalentes, de forma que las tres matrices son de dimensión  $6 \times 10$ .

Así pues, para obtener las emisiones totales de cada tipo de hogar es necesario determinar, por un lado, las emisiones directas y, por otro, las emisiones indirectas de los hogares.

### 2.1. Emisiones directas

Las emisiones directas de cada uno de los 10 tipos de hogares ( $E_{ki}^h$ ), se obtienen según la siguiente expresión:

$$E_{ki}^h = \hat{D}_{kk} \cdot P_{ki} \quad [2]$$

donde:

$\hat{D}_{kk}$  es la matriz diagonal  $6 \times 6$  de las emisiones directas totales de los 6 GEI provocadas por el consumo, principalmente energético, de los hogares.

$P_{ki}$  es la matriz  $6 \times 10$  de coeficientes que indica la distribución, en tanto por unidad, de las emisiones de cada uno de los 6 GEI considerados para los 10 tipos de hogares.

### 2.2. Emisiones indirectas

Para calcular las emisiones indirectas derivadas del consumo de los hogares ( $E_{ki}^p$ ) se utiliza un modelo input-output medioambiental ampliado, desagregado en 46 sectores económicos, en el que se combinan tanto unidades físicas como unidades monetarias:

$$E_{ki}^p = [ V_{kj} (I_{jj} - A_{jj})^{-1} ] M_{js} H'_{is} \quad [3]$$

donde:

$V_{kj}$  es la matriz  $6 \times 46$  de coeficientes de emisión directa de cada sector de producción. Cada elemento  $v_{kj}$  de esta matriz indica la cantidad de gas

$k$  (medida en unidades físicas) generada por el valor de una unidad monetaria de producción del sector  $j$ .

$(I_{jj} - A_{jj})^{-1}$  es la matriz inversa de Leontief 46x46 derivada de la tabla simétrica input-output total. Al tomar la tabla simétrica input-output total y no la interior, se está considerando tanto las emisiones de los productos importados como de los productos interiores. Esto, nos lleva a suponer que los hogares son responsables de las consecuencias globales de las emisiones atmosféricas derivadas de su consumo, independientemente de dónde sea producido. Por otro lado, respecto a los bienes importados, se supone que la tecnología externa es idéntica a la tecnología interior (Munksgaard *et al.*, 2000).

$M_{js}$  es la matriz 46x47 de composición del consumo agregado. Esta matriz de coeficientes nos relaciona los 46 productos según la clasificación nacional de actividades económicas (productos CNAE) con los 47 bienes y servicios clasificados según las funciones de consumo de los hogares (productos COICOP<sup>6</sup>).

$H_{is}$  es la matriz 10x47 del gasto en consumo que realiza cada uno de los 10 hogares diferentes en bienes y servicios clasificados según COICOP.

### 3. Datos

Todos los datos utilizados en este estudio son compatibles con el modelo presentado en el apartado anterior, tanto por las clasificaciones de bienes y servicios utilizados, como por el nivel de desagregación. La información estadística utilizada para el presente análisis es la siguiente.

- Tablas de origen y destino de la economía española para el año 1998 del Instituto Nacional de Estadística. Estas tablas comprenden 110 productos, 72 ramas de actividad y 7 categorías de demanda final. Dado que dentro del marco input-output de la contabilidad nacional las publicaciones de las tablas simétricas son quinquenales<sup>7</sup>, fue necesario estimar la tabla simétrica input-output de la economía española para 1998 (TSIO 98)<sup>8</sup> a partir de las tablas de origen y destino total del mismo año. La TSIO 98 utilizada en este trabajo está valorada a precios básicos y originalmente se calculó para un nivel de desagregación de 71 ramas de producción homogéneas. Sin embargo, dado que la cuenta satélite sobre las emisiones atmosféricas de 1998 presenta los

<sup>6</sup> El acrónimo inglés de *Classification of Individual Consumption by Purpose*.

<sup>7</sup> Hasta el momento, la última tabla simétrica input-output disponible para la economía española es del año 1995. Según la programación del Instituto Nacional de Estadística la próxima tabla simétrica corresponderá al año 2000.

<sup>8</sup> Para la elaboración de la TSIO 98 se optó por la hipótesis de la tecnología de la industria o rama de actividad por la que se supone que todos los productos de una rama de actividad se producen utilizando la misma estructura de inputs.

datos a un nivel de desagregación de 46 sectores productivos, en el presente estudio se trabaja con una tabla simétrica agregada 46x46, de la que se obtiene la matriz inversa de Leontief  $(I_{jj} - A_{jj})^{-1}$  (46x46).

- Encuesta continua de presupuestos familiares de 1998 del Instituto Nacional de Estadística. La encuesta presenta información sobre la cuantía y la estructura de los gastos anuales de cada hogar, el origen y el nivel de los ingresos percibidos anualmente, así como otras variables de características y condiciones de vida del hogar de referencia anual. Para un mismo hogar aparecen tantos registros como tipos de gasto distintos haya efectuado, entendiendo por tipo de gasto el código correspondiente al nivel de desagregación del COICOP a cinco dígitos. Para este estudio se han utilizado las variables correspondientes al gasto total que en promedio realiza cada tipo de hogar en los diferentes bienes y servicios y al ingreso neto medio total de cada tipo de hogar<sup>9</sup>. La encuesta continua de presupuestos familiares de 1998 comprende la información anual de 9891 hogares<sup>10</sup>, que han sido agrupados en 10 percentiles de ingresos equivalentes. Con el objetivo de poder comparar los 10 grupos, ha sido necesario ajustar el ingreso neto en función del tamaño y de la composición de cada hogar. De esta forma, se estima el ingreso equivalente por unidad de consumo que considera las diferentes necesidades entre los miembros del hogar, expresadas en relación a un miembro de referencia, y las economías de escala que se generan ante la incorporación de nuevos miembros del hogar. La escala de equivalencia utilizada en este trabajo es la escala de la OCDE modificada<sup>11</sup>. A partir de esta información se obtiene la matriz  $H_{is}$  (10x47).
- Matriz que relaciona productos y funciones de consumo para el año 1995 del Instituto Nacional de Estadística. Esta matriz relaciona los productos según la clasificación nacional de productos por actividades

---

<sup>9</sup> En la encuesta se pregunta por el ingreso mensual neto regular de todos los miembros del hogar. Sin embargo, en el caso que no den el valor puntual se pregunta el intervalo al cual pertenece. En los casos en los que se dispone de información del intervalo pero no del valor puntual se procede a imputar unos ingresos netos regulares, condicionado a que dicho valor esté situado dentro del intervalo que han dado. Este cálculo se ha llevado a cabo según el programa de imputación IVE (*Imputation and Variance Estimator*) del Institute of Social Research de la Universidad de Michigan (INE, 1999).

<sup>10</sup> En este estudio, del total de la muestra, se han eliminaron solamente 6 observaciones correspondientes a aquellos hogares de los que no se tenía ninguna información sobre su nivel de ingresos.

<sup>11</sup> En la literatura sobre el análisis del bienestar existen diferentes metodologías para elaborar las escalas de equivalencia (Mancero, 2001). En este trabajo se utiliza la escala OCDE modificada recomendada por EUROSTAT (1992) quien considera que la anterior escala de la OCDE, conocida como "Escala de Oxford", pondera de forma excesiva a los miembros adicionales del hogar y subestima las economías de escala. Según la escala modificada se asigna un valor 1 al primer adulto o sustentador principal del hogar, 0,5 para los restantes miembros del hogar de 14 o más años y 0,3 para los menores de 14 años; por tanto, el factor por el que se divide el ingreso neto del hogar es:  $E(n_1, n_2) = 1 + 0,5(n_1 - 1) + 0,3n_2$ , siendo  $n_1$  el número de adultos y  $n_2$  el número de menores (Moreno, 2004).

(CNPA 96), con la clasificación nacional de las actividades económicas (CNAE 93) y la clasificación de los bienes y servicios según su función dentro del consumo de los hogares (COICOP). Concretamente, esta matriz nos relaciona 70 productos CNPA con 47 funciones COICOP. Dado que la información disponible corresponde al año 1995, en primer lugar, se ha estimado la matriz  $M_{js}$  (70x47) para el año 1998 mediante la aplicación del algoritmo del RAS<sup>12</sup>. Posteriormente, dado el nivel de desagregación del NAMEA, se agregó dicha matriz a una matriz  $M_{js}$  (46x47).

- Cuentas satélite sobre las emisiones atmosféricas del año 1998 del Instituto Nacional de Estadística. Dentro del marco de la Matriz de Cuentas Nacionales y de las Cuentas Ambientales<sup>13</sup>, la cuenta satélite sobre las emisiones atmosféricas ofrece información sobre las sustancias contaminantes emitidas a la atmósfera, generadas en el sistema económico. Concretamente, se ofrece información de las emisiones de 11 contaminantes diferentes generados por 46 sectores productivos y por los hogares residentes en España: óxidos de azufre ( $SO_x$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), compuestos orgánicos volátiles excluyendo el metano (COVNM), metano ( $CH_4$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ), amoníaco ( $NH_3$ ), hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ), hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC). De estas 11 sustancias, en este trabajo sólo se han considerado las que están directamente relacionadas con el efecto invernadero y cuyas emisiones están reguladas por el Protocolo de Kyoto de 1997. Estas 6 sustancias son el  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $N_2O$ ,  $SF_6$ , HFC y PFC. A partir de la información relativa a las emisiones de los 46 sectores productivos, junto con el valor de la producción que ofrece la TSIO 98, se ha procedido a estimar la matriz  $V_{kj}$  (6x46) de coeficientes de emisión directa de cada sector.
- Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España para los años 1990-2002 del Ministerio de Medio Ambiente y los datos sobre el potencial de calentamiento de la tierra de los gases de efecto invernadero considerados (GWP100)<sup>14</sup> (IPCC, 1997). El GWP100 se define como la capacidad que tiene un determinado gas para mantener

<sup>12</sup> El RAS es un método biproporcional de ajuste de coeficientes de una tabla de contingencia. Para más detalles del método (Schneider y Zenios, 1990).

<sup>13</sup> En general, se acostumbra a utilizar el acrónimo del inglés NAMEA (*National Accounting Matrix including Environmental Accounting*) para hacer referencia a este modelo en el que los datos estadísticos económicos y medioambientales están organizados y formulados de manera consistente. En el modelo NAMEA la información ambiental puede estar valorada tanto en términos físicos como monetarios, siempre y cuando, se tenga en cuenta todas las definiciones y clasificación establecidas en el sistema de contabilidad nacional.

<sup>14</sup> Corresponde al acrónimo del inglés *Global Warming Potential* correspondiente a un horizonte temporal de 100 años.

el calor en la atmósfera durante el horizonte temporal especificado. Habitualmente, los datos sobre los índices de efecto invernadero se presentan en términos de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>. Así pues, cada molécula de CO<sub>2</sub> tiene un potencial de calentamiento de 1, mientras que la emisión de una unidad de masa de los otros gases tienen un GWP100 relativo al gas de referencia. Para el caso concreto de los hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC) no existe un único GWP100 sino un intervalo, dado que en realidad cada uno de estos términos hace referencia a un grupo de diferentes gases. En este trabajo se ha estimado el GWP100 de los HFC y de los PFC mediante la media ponderada, utilizando como referencia el peso que cada tipo de gas tiene sobre el total de emisiones de su grupo.

- La matriz diagonal  $\hat{D}_{kk}$  (6x6) se ha obtenido diagonalizando el vector de las emisiones directas de los hogares de la cuenta satélite sobre las emisiones atmosféricas de 1998. Estas emisiones recogen principalmente las emisiones procedentes del consumo de los servicios de transporte por cuenta propia, calefacción y otras actividades (INE, 2004). Por otro lado, ante la falta de datos, los coeficientes de la matriz  $P_{ki}$  (6x10) han sido estimados a partir de las proporciones de gasto monetario –puesto que no se dispone de datos de consumos en unidades físicas– en determinados productos que pueden considerarse más asociados a los diferentes contaminantes. Para el CH<sub>4</sub>, el CO<sub>2</sub> y el N<sub>2</sub>O se ha tomado como aproximación el gasto en gas, combustibles líquidos y carburantes y lubricantes. En cambio, para los HFC, PFC y el SF<sub>6</sub> se ha considerado el gasto en frigoríficos y congeladores, aparatos de calefacción y aire acondicionado y productos de limpieza y mantenimiento, aunque dado el escaso peso que tienen las emisiones directas de estos gases sobre el total de las emisiones de los hogares haber escogido esta u otra aproximación afecta muy poco al resultado final<sup>15</sup>.

## 4. Los resultados empíricos

### 4.1. Principio contable de la producción versus principio contable del consumo

Inicialmente, en la tabla 1.1 se puede ver el total de emisiones en 1998 de los seis gases de efecto invernadero (GEI), clasificadas según su origen. Por un lado, las emisiones originadas por las ramas de actividad económica residentes y, por otro, las emisiones de los hogares residentes. En este último caso se recogen las emisiones atmosféricas que realizan los hogares por el consumo, entre otros,

---

<sup>15</sup> Esta estimación se ha realizado siguiendo las indicaciones de la unidad de encuestas medioambientales del INE. Concretamente, en el primer caso los productos se corresponden a los códigos 4521, 4522, 5311 y 7221 del COICOP y, en el segundo, al 5311, 5314 y 5611.

de los servicios de transporte por cuenta propia y de calefacción. Cabe señalar que, según la metodología del NAMEA y el principio contable de la producción, las emisiones directas de los hogares lógicamente no incluyen las emisiones procedentes del gasto en electricidad realizado por los hogares ya que estas emisiones se realizan en el "sector eléctrico" con independencia de que la electricidad sea usada por las empresas o los hogares.

Para poder estudiar el impacto que los diferentes gases tienen en el efecto invernadero es necesario analizar las emisiones de forma homogénea (tabla 1.2), ya que no todos los gases considerados tienen el mismo potencial de calentamiento. Así pues, según los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística, las emisiones de los hogares en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> representan un 15,30% del total de emisiones frente al 84,70% correspondiente a las ramas productivas (figura 1.1).

**Tabla 1.1:** Emisiones de la economía según el principio contable de la producción

	Emisiones de los sectores productivos		Emisiones directas de los hogares		Emisiones totales de la economía	
	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
CH <sub>4</sub>	2.023.118,00	97,95	42.341,00	2,05	2.065.459,00	100,00
CO <sub>2</sub>	213.649.000,00	80,20	52.745.000,00	19,80	266.394.000,00	100,00
N <sub>2</sub> O	139.224,00	96,85	4.531,00	3,15	143.755,00	100,00
SF <sub>6</sub>	8,18	100,00	0,00	0,00	8,18	100,00
HFC	698,93	99,36	4,50	0,64	703,44	100,00
PFC	108,64	99,85	0,17	0,15	108,80	100,00

Unidades: Toneladas y porcentajes.

Fuente: Cuenta satélite sobre las emisiones atmosférica de 1998 del Instituto Nacional de Estadística (INE).

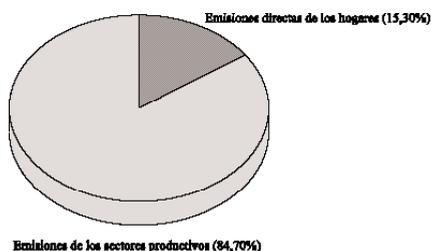
**Tabla 1.2:** Emisiones de la economía en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> según el principio contable de la producción.

	Emisiones de los sectores productivos		Emisiones directas de los hogares		Emisiones totales de la economía	
	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
CH <sub>4</sub>	42.485.478,00	13,93	889.161,00	1,61	43.374.639,00	12,05
CO <sub>2</sub>	213.649.000,00	70,05	52.745.000,00	95,78	266.394.000,00	73,99
N <sub>2</sub> O	43.159.440,00	14,15	1.404.610,00	2,55	44.564.050,00	12,38
SF <sub>6</sub>	195.549,80	0,06	0,00	0,00	195.549,80	0,05
HFC	4.761.590,02	1,56	30.670,53	0,06	4.792.260,55	1,33
PFC	730.958,52	0,24	1.123,66	0,00	732.082,18	0,20
Total	304.982.016,33	100,00	55.070.565,19	100,00	360.052.581,53	100,00

Unidades: Toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> y porcentajes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

**Figura 1.1:** Porcentaje de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> sobre el total de emisiones, según el principio contable de la producción



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

Antes de entrar en el estudio de las emisiones de los hogares es conveniente, sobre la base del mismo principio contable, analizar como se distribuyen las emisiones de los sectores productivos entre las diferentes ramas de actividad. La tabla 1.3 muestra las toneladas de los diferentes GEI que cada rama de actividad emite como consecuencia de su actividad productiva. En la misma tabla también se muestran los porcentajes de las emisiones del sector agrícola, del sector industrial (incluida la energía y la construcción) y el sector servicios sobre el total de emisiones de los sectores productivos de la economía. La agricultura junto con los servicios son los principales emisores de metano, un 50,15% y un 40,22% respectivamente. Este alto porcentaje del sector servicios se explica porque, según la metodología del NAMEA, las emisiones originadas en los vertederos (principalmente CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>) deben ser asignadas a la rama de actividad 90 –denominada "Actividades de saneamiento público"– y no a las unidades económicas, hogares o empresas, que las han generado<sup>16</sup>. En el caso del óxido nítrico, como excepción, la inmensa mayoría de las emisiones provienen de la agricultura (que emite a la atmósfera el 80,07% del total de las emisiones generadas por todos los sectores productivos). En el resto de los gases –dióxido de carbono, hexafluoruro de azufre, los hidrofluorocarbonos y los perfluorocarbonos– el principal responsable es el sector industrial. De manera resumida, la figura 1.2 muestra cómo

<sup>16</sup> Concretamente, de las 802.742,00 toneladas de metano asignadas a "Otras actividades de servicios", según los datos del INE 801.317,00 corresponden a la rama de actividad O "Otras actividades sociales y de servicios" en la que se agregan las ramas de actividad 90 "Saneamiento público", 91 "Servicios de proporcionados por sindicatos y otros tipos de asociaciones", 92 "Servicios recreativos, culturales y deportivos" y la rama 93 "Otros servicios personales". En este trabajo, ante la falta de una mayor desagregación y disponibilidad de datos, se ha supuesto que la totalidad de estas emisiones de metano asignadas a la rama O, corresponden en su totalidad a la rama de actividad 90 y se han considerado emisiones directas del sector público como resultado de la actividad de los vertederos (ver tablas 2.1 y 2.2). El mismo método podría haberse seguido para las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector aunque su importancia cuantitativa es bastante menor y no lo hemos considerado.

del total de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, la agricultura es responsable del 22,57% de las emisiones, la industria del 63,72% y los servicios del 13,71%.

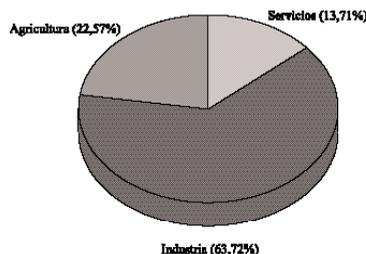
**Tabla 1.3:** Emisiones de los sectores productivos según el principio contable de la producción

	Agricultura		Industria					Servicios			Emisiones totales sectores productivos	
	Agricultura		Industrias extractivas	Industrias manufactureras	Energía eléctrica, gas y agua	Construcción	Transporte	Otras actividades de servicios		Toneladas	%	
	Toneladas	%						Toneladas	%			Toneladas
CH <sub>4</sub>	1.014.598,00	50,15	74.236,00	26.240,00	94.073,00	371,00	9,63	10.858,00	802.742,00	40,22	2.023.118,00	100,00
CO <sub>2</sub>	12.980,00	6,08	837,00	104.333,00	68.954,00	2.901,00	82,86	14.631,00	9.013,00	11,07	213.649,00	100,00
N <sub>2</sub> O	111.475,00	80,07	47,00	22.404,00	1.754,00	126,00	17,48	856,00	2.562,00	2,46	139.224,00	100,00
SF <sub>6</sub>	0,00	0,00	0,00	7,65	0,00	0,00	93,50	0,53	0,00	6,50	8,18	100,00
HFC	0,00	0,00	0,00	698,57	0,00	0,00	99,95	0,37	0,00	0,05	698,93	100,00
PFC	0,00	0,00	0,00	108,59	0,00	0,00	99,96	0,05	0,00	0,04	108,64	100,00

Unidades: Toneladas, excepto CO<sub>2</sub> en miles de toneladas, y porcentajes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

**Figura 1.2:** Porcentaje de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> sobre el total de emisiones de los sectores productivos, según el principio contable de la producción



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

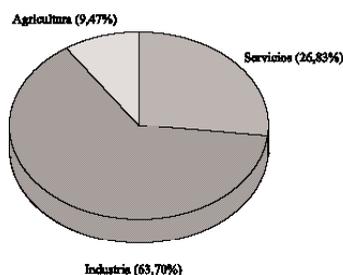
No obstante, estos porcentajes cambian si el análisis se realiza sobre la base del principio contable del consumo o, en este caso concreto, de la demanda final. Justamente, la aplicación de la metodología input-output permite estimar las toneladas de GEI que cada rama de actividad emite para poder hacer frente a la demanda final que se ha generado en esa economía. En este caso, tal y como muestra la tabla 1.4, el total de emisiones de los sectores productivos es evidentemente el mismo, pero no la distribución entre las diferentes ramas de actividad. Asimismo, la figura 1.3 revela que el sector industrial continúa emitiendo, de manera agregada, el 63,71% de las unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, mientras que la agricultura pasa del 22,57% al 9,47% y los servicios incrementan sus emisiones del 13,71% al 26,83%.

**Tabla 1.4:** Emisiones de los sectores productivos según el principio contable de la demanda final.

	Agricultura		Industria					Servicios		Emisiones totales sectores productivos		
	Agricultura		Industrias extractivas	Industrias manufactureras	Energía eléctrica, gas y agua	Construcción	Transporte	Otras actividades de servicios		Toneladas	%	
	Toneladas	%						Toneladas	%			Toneladas
CH <sub>4</sub>	352.170,92	17,41	423.709,61	97.693,02	63.395,51	30.938,14	30,44	12.691,93	1.042.518,87	52,16	2.023.118,00	100,00
CO <sub>2</sub>	9.489,82	4,44	15.762,14	84.769,64	43.320,39	9.647,44	71,85	10.418,28	40.241,30	23,71	213.649,00	100,00
N <sub>2</sub> O	38.457,78	27,62	46.366,30	19.330,33	4.640,14	3.206,30	52,82	1.123,44	26.099,71	19,55	139.224,00	100,00
SF <sub>6</sub>	0,01	0,09	0,03	6,91	0,27	0,17	90,17	0,33	0,46	9,74	8,18	100,00
HFC	7,83	1,12	49,81	475,61	66,51	30,81	89,10	8,95	59,42	9,78	698,93	100,00
PFC	1,72	1,58	5,54	62,22	25,08	3,09	88,30	1,12	9,87	10,12	108,64	100,00

Unidades: Toneladas, excepto CO<sub>2</sub> en miles de toneladas y porcentajes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

**Figura 1.3:** Porcentaje de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> sobre el total de emisiones de los sectores productivos, según el principio contable de la producción

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

## 4.2. Total de emisiones indirectas y directas del consumo privado

Desde el punto de vista de la demanda final, las emisiones que generan los sectores productivos pueden servir para cubrir las demandas de "consumo privado", "inversión bruta", "consumo público" y "exportaciones". En este trabajo, sin embargo, nos limitaremos a considerar la parte de demanda correspondiente a "consumo privado" que es la que más claramente se asocia con la responsabilidad de los hogares<sup>17</sup>.

Tal y como se comentó anteriormente, ante la falta de disponer de unos datos más desagregados, las emisiones de metano de la actividad O "Otras actividades sociales y servicios" se han asignado a la rama 90<sup>18</sup>. Posteriormente, desde un

<sup>17</sup> Puede argumentarse que la parte de la producción destinada a sustituir los bienes de inversión –y las emisiones necesarias– que aparece dentro de la inversión bruta, también es indirectamente necesaria para asegurar la producción de los bienes consumidos para consumo privado (Pasinetti, 1985; De Juan y Febrero, 2000); sin embargo, esta opción no es la considerada en este trabajo.

punto de vista conceptual se ha supuesto que estas emisiones, correspondientes principalmente a la actividad de los vertederos, sean consideradas emisiones directas del sector público. De este modo, las tablas 2.1 y 2.2 permiten analizar el impacto indirecto del consumo de los hogares sobre el efecto invernadero. En la tabla 2.1 se observa cuales son las emisiones totales originadas en los sectores productivos para abastecer la demanda para consumo privado; mientras que en la tabla 2.2 se puede comparar el porcentaje que estas emisiones suponen sobre el total de las emisiones de la economía con las otras fuentes de emisión.

Según la tabla 2.1, la mayoría de las emisiones derivadas del gasto en consumo privado de los hogares, sin ninguna excepción, se producen en el sector industrial –un 62,88% del total de las emisiones en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>–, mientras que en el sector servicios se producen el 29,20% y en la agricultura el 7,92% restante. Comparando estos porcentajes con los correspondientes de la figura 1.3, se puede ver que cuando sólo se tiene en cuenta el consumo privado, el sector servicios incrementa su peso sobre el total del efecto invernadero, mientras que el sector agrícola y el sector industrial lo reducen ligeramente. Es importante destacar este resultado dado que las emisiones del consumo privado suponen, con el 51,25%, la mitad del total de las emisiones generadas por la demanda final.

**Tabla 2.1:** Emisiones de los sectores productivos según el principio contable del consumo (con reasignación de las emisiones de metano)

	Agricultura		Industria					Servicios		Emisiones totales sectores productivos		
	Agricultura		Industrias extractivas	Industrias manufactureras	Energía eléctrica, gas y agua	Construcción	Transporte	Otras actividades de servicios		Toneladas	%	
	Toneladas	%						Toneladas	%			Toneladas
CH <sub>4</sub>	129.381,15	16,41	332.209,57	49.630,69	39.298,47	25.481,15	56,66	5.542,13	206.746,37	26,93	788.289,53	100,00
CO <sub>2</sub>	4.555,41	4,39	12.263,92	19.660,37	28.352,32	7.945,79	65,69	3.446,09	27.636,81	29,93	103.860,70	100,00
N <sub>2</sub> O	14.157,31	17,16	36.349,29	5.178,13	852,00	2.640,76	54,58	482,81	22.819,28	28,25	82.479,58	100,00
SF <sub>6</sub>	0,00	0,19	0,03	1,16	0,01	0,14	72,39	0,29	0,21	27,42	1,85	100,00
HFC	3,37	1,56	38,88	100,97	2,83	25,37	77,82	5,34	39,18	20,62	215,93	100,00
PFC	0,67	2,65	4,29	10,07	1,06	2,55	70,57	0,75	6,06	26,78	25,46	100,00

Unidades: Toneladas, excepto CO<sub>2</sub> en miles de toneladas y porcentajes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

En la tabla 2.2 se muestra cómo el gasto en consumo privado es responsable de más de la mitad del total de emisiones de óxido nítrico, aproximadamente un tercio de metano, dióxido de carbono e hidrofluorocarbonos y apenas la cuarta parte de las emisiones de hexafluoruro de azufre y perfluorocarbonos. En el caso del metano, en concreto, emite el 38,17% de las emisiones totales de CH<sub>4</sub> de la economía. Este porcenta-

<sup>18</sup> Conceptualmente, siguiendo el principio contable del consumo, sería mejor asignar estas emisiones a quienes han generado los residuos que producen tales emisiones, es decir, a las ramas de actividad o a los hogares; sin embargo, éste no es el criterio utilizado en el marco general del NAMEA. En el caso de Holanda, país pionero en el desarrollo del NAMEA, se adopta el criterio de diferenciar entre "sectores productivos", "hogares" y "otras fuentes" situando a las emisiones de los vertederos en esta última categoría (Vringer y Blok, 1995).

je es muy diferente al 76,96% que se obtendría si no se aplicara el supuesto de reasignación de las emisiones de metano del sector público<sup>19</sup>. No obstante y como cabría esperar, la consideración de este supuesto no modifica los resultados de los otros gases.

**Tabla 2.2:** Emisiones totales de la economía según el principio contable del consumo (con reasignación de las emisiones de metano)

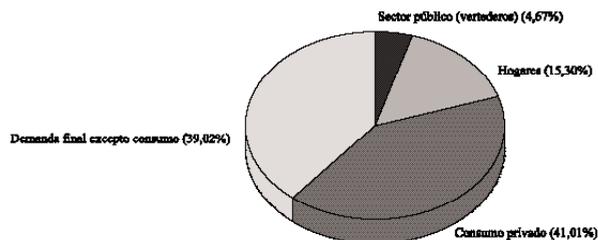
	Emisiones Indirectas				Emisiones Directas				Emisiones totales de la economía	
	Demanda Final excepto Consumo Privado		Consumo Privado		Hogares		Sector Público (vertederos)			
	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
CH <sub>4</sub>	433.511,47	20,99	788.289,53	38,17	42.341,00	2,05	801.317,00	38,80	2.065.459,00	100,00
CO <sub>2</sub>	109.788.295,65	41,21	103.860.704,35	38,99	52.745.000,00	19,80	0,00	0,00	266.394.000,00	100,00
N <sub>2</sub> O	56.744,42	39,47	82.479,58	57,38	4.531,00	3,15	0,00	0,00	143.755,00	100,00
SF <sub>6</sub>	6,33	77,42	1,85	22,58	0,00	0,00	0,00	0,00	8,18	100,00
HFC	483,00	68,66	215,93	30,70	4,50	0,64	0,00	0,00	703,44	100,00
PFC	83,18	76,45	25,46	23,40	0,17	0,15	0,00	0,00	108,80	100,00

Unidades: Toneladas y porcentajes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

En unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, el consumo privado es responsable del 41,01% del total de las emisiones de la actividad económica, frente al 39,02% del resto de los componentes de la demanda final, el 15,30% de las emisiones directas de los hogares y el 4,57% de las emisiones directas del sector público (figura 2.1). Estas últimas emisiones son las que teóricamente, en base al principio contable del consumo, deberían adjudicarse a los hogares o sectores productivos responsables de los residuos que las generan<sup>20</sup>.

**Figura 2.1:** Porcentaje de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> sobre el total de emisiones de los sectores productivos, según el principio contable de la producción



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

<sup>19</sup> Ver nota 16.

<sup>20</sup> Las emisiones provocadas por el consumo privado y las emisiones de los hogares de la tabla 2.2 y de la figura 2.1 corresponden, respectivamente, a las emisiones indirectas y directas a las que se hace referencia en la ecuación [1] del modelo.

### 4.3. Total de emisiones indirectas y directas por hogar según percentiles de ingreso equivalente

Hasta ahora se han estimado el total de emisiones indirectas del consumo y el total de emisiones directas de los hogares. Según la tabla 3.1, el total de las emisiones asignadas a los hogares, es decir, la suma de las emisiones indirectas y directas, representa más de la mitad del total de emisiones de la economía de dióxido de carbono y de óxido nitroso. Este porcentaje disminuye en el caso del metano y de los hidrofluorocarbonos, un 40,22% y un 31,34% respectivamente, y es apenas una cuarta parte de las emisiones totales de hexafluoruro de azufre y de los perfluorocarbonos<sup>21</sup>. Esta misma tabla 3.1 muestra como las emisiones directas de los hogares representan una proporción muy pequeña del total de las emisiones totales asignadas a los hogares. La única excepción destacable es el caso del CO<sub>2</sub>, cuyas emisiones directas representan el 33,68% del total de las emisiones de los hogares.

**Tabla 3.1:** Emisiones indirectas y directas de los hogares

	Emisiones indirectas de los hogares		Emisiones directas de los hogares		Total emisiones de los hogares		Emisiones totales de la economía
	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas
CH <sub>4</sub>	788.289,53	94,90	42.341,00	5,10	830.630,53	40,22	2.065.459,00
CO <sub>2</sub>	103.860.704,35	66,32	52.745.000,00	33,68	156.605.704,35	58,79	266.394.000,00
N <sub>2</sub> O	82.479,58	94,79	4.531,00	5,21	87.010,58	60,53	143.755,00
SF <sub>6</sub>	1,85	100,00	0,00	0,00	1,85	22,58	8,18
HFC	215,93	97,96	4,50	2,04	220,43	31,34	703,44
PFC	25,46	99,35	0,17	0,65	25,62	23,55	108,80

Unidades: Toneladas y porcentajes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

Si se comparan los porcentajes de la tabla 3.2 con los de la anterior tabla 1.2, se puede advertir como la responsabilidad de los hogares sobre el total de las emisiones de la economía se incrementa sustancialmente. Según la figura 3.1, las emisiones totales de los hogares en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> pasan del 15,30% al 56,31% del total.

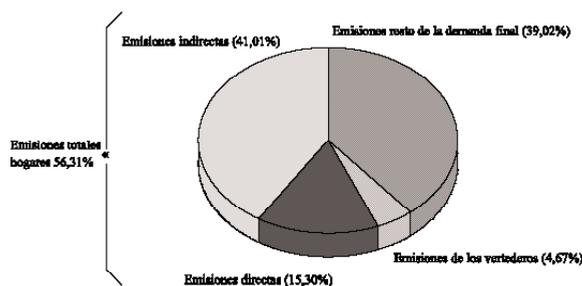
<sup>21</sup> En el caso de las emisiones de estos dos gases el principal responsable, según el principio contable de "la demanda final", son las exportaciones.

**Tabla 3.2:** Emisiones indirectas y directas de los hogares en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>

	Emisiones indirectas de los hogares		Emisiones directas de los hogares		Total emisiones de los hogares		Emisiones totales de la economía	
	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
CH <sub>4</sub>	16.554.080,03	11,21	889.161,00	1,61	17.443.241,03	8,60	43.374.639,00	12,05
CO <sub>2</sub>	103.860.704,35	70,33	52.745.000,00	95,78	156.605.704,35	77,24	266.394.000,00	73,99
N <sub>2</sub> O	25.568.669,53	17,31	1.404.610,00	2,55	26.973.279,53	13,30	44.564.050,00	12,38
SF <sub>6</sub>	44.154,95	0,03	0,00	0,00	44.154,95	0,02	195.549,80	0,05
HFC	1.471.073,68	1,00	30.670,53	0,06	1.501.744,21	0,74	4.792.260,55	1,33
PFC	171.286,30	0,12	1.123,66	0,00	172.409,96	0,09	732.082,18	0,20
Total	147.669.968,84	100,00	55.070.565,19	100,00	202.740.534,03	100,00	360.052.581,53	100,00

Unidades: Toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> y porcentajes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

**Figura 3.1:** Porcentaje de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> sobre el total de emisiones de la economía

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

Las tablas 3.3 y 3.4 ofrecen la misma información desagregada en 10 percentiles de ingreso equivalente. En la tabla 3.3 se puede distinguir, para cada uno de los seis GEI, las emisiones indirectas y directas de cada percentil, así como el porcentaje que representa el total de emisiones de ese percentil sobre el total de emisiones de los hogares. La tabla 3.4 muestra el total de emisiones en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> del hogar medio de cada percentil. Como cabría esperar, conforme se incrementan los ingresos del hogar aumenta la contaminación asignada. Los hogares del primer percentil son los que menos contaminan, representan tan solo el 7,11% del total de las emisiones de los hogares en unidades equivalentes

de CO<sub>2</sub>; mientras que los hogares del último percentil, con un 15,18%, son los que más contaminan. En general, el incremento entre percentiles es bastante similar no presentando ninguna tendencia clara. No obstante, cabe destacar el incremento que se produce en los hogares de ingresos más altos y en los percentiles que representarían a los hogares de rentas medias. Concretamente, al pasar del noveno al último percentil el incremento es, aproximadamente, del 22%; mientras que el aumento del quinto al sexto es, tan solo, del 2%<sup>22</sup> (figura 3.2).

**Tabla 3.3:** Emisiones indirectas y directas de los hogares por percentil de ingreso equivalente

Total emisiones	CH <sub>4</sub>	%	CO <sub>2</sub>	%	N <sub>2</sub> O	%	SF <sub>6</sub>	%	HFC	%	PFC	%	
Hogar 1	Indirectas Directas	60.562,88 3.417,07	7,70	6.623.753,84 4.256.712,74	6,95	6.351,10 365,67	7,72	0,09 0,00	4,86	13,78 0,38	4,86	1,63 0,01	6,41
Hogar 2	Indirectas Directas	61.158,78 3.438,94	7,78	7.067.864,26 4.283.959,51	7,25	6.400,15 368,01	7,78	0,10 0,00	5,31	14,64 0,37	6,81	1,77 0,01	6,95
Hogar 3	Indirectas Directas	67.936,41 3.813,61	8,64	7.903.822,03 4.750.686,51	8,08	7.136,54 408,10	8,67	0,12 0,00	6,36	16,90 0,42	7,86	2,01 0,02	7,91
Hogar 4	Indirectas Directas	73.426,52 3.829,29	9,30	8.837.028,35 4.770.225,56	8,69	7.701,65 409,78	9,32	0,15 0,00	8,21	18,60 0,41	8,62	2,18 0,02	8,58
Hogar 5	Indirectas Directas	77.529,11 4.185,88	9,84	9.511.555,14 5.214.437,60	9,40	8.151,98 447,94	9,88	0,17 0,00	9,37	20,53 0,47	9,53	2,40 0,02	9,43
Hogar 6	Indirectas Directas	77.318,03 4.314,72	9,83	9.738.094,30 5.374.929,50	9,65	8.099,75 461,73	9,84	0,17 0,00	9,42	20,26 0,45	9,39	2,40 0,02	9,44
Hogar 7	Indirectas Directas	81.155,50 4.238,00	10,28	10.827.304,54 5.279.355,34	10,28	8.502,82 453,52	10,29	0,20 0,00	10,69	23,11 0,51	10,72	2,71 0,02	10,64
Hogar 8	Indirectas Directas	87.734,86 4.691,78	11,13	12.082.977,57 5.844.645,66	11,45	9.180,29 502,08	11,13	0,23 0,00	12,33	25,34 0,49	11,72	2,96 0,02	11,64
Hogar 9	Indirectas Directas	95.288,61 4.888,78	12,06	13.587.500,26 6.090.042,92	12,57	9.954,22 523,16	12,04	0,28 0,00	15,21	27,94 0,51	12,91	3,26 0,02	12,80
Hogar 10	Indirectas Directas	106.178,83 5.522,92	13,45	17.680.804,06 6.880.004,64	15,68	11.001,07 591,02	13,32	0,34 0,00	18,24	34,83 0,49	16,02	4,13 0,02	16,21
<b>Total emisiones de los hogares</b>		<b>830.630,53</b>	<b>100,00</b>	<b>156.605.704,35</b>	<b>100,00</b>	<b>87.010,58</b>	<b>100,00</b>	<b>1,85</b>	<b>100,00</b>	<b>220,43</b>	<b>100,00</b>	<b>25,62</b>	<b>100,00</b>

Unidades: Toneladas y porcentajes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

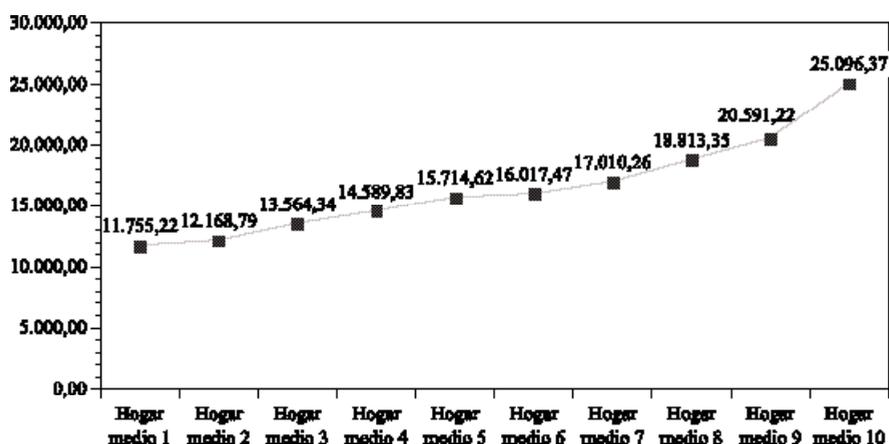
<sup>22</sup> Se han efectuado los mismos cálculos para el caso de los percentiles de ingresos sin tener en cuenta ni el tamaño ni la composición del hogar y los resultados obtenidos son más extremos. Por ejemplo, los porcentajes del primero y el último percentil eran, respectivamente, del 4,01% y 18,86%; frente al 7,11% y 15,18% obtenidos considerando el ingreso equivalente.

**Tabla 3.4:** Emisiones totales del hogar medio de cada percentil de ingreso equivalente en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>

Total emisiones hogares medios		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	HFC	PFC	Totales
Hogar medio 1	Kilogramo	1.095,60	8.872,30	1.697,89	1,75	78,67	9,01	11.755,22
	%	9,32	75,48	14,44	0,01	0,67	0,08	100,00
Hogar medio 2	Kilogramo	1.106,18	9.256,66	1.710,89	1,91	83,39	9,77	12.168,79
	%	9,09	76,07	14,06	0,02	0,69	0,08	100,00
Hogar medio 3	Kilogramo	1.228,66	10.318,91	1.907,17	2,29	96,20	11,11	13.564,34
	%	9,06	76,07	14,06	0,02	0,71	0,08	100,00
Hogar medio 4	Kilogramo	1.322,94	11.095,81	2.050,44	2,96	105,61	12,07	14.589,83
	%	9,07	76,05	14,05	0,02	0,72	0,08	100,00
Hogar medio 5	Kilogramo	1.399,30	12.008,07	2.173,93	3,38	116,69	13,26	15.714,62
	%	8,90	76,41	13,83	0,02	0,74	0,08	100,00
Hogar medio 6	Kilogramo	1.397,89	12.323,67	2.164,21	3,39	115,04	13,27	16.017,47
	%	8,73	76,94	13,51	0,02	0,72	0,08	100,00
Hogar medio 7	Kilogramo	1.462,29	13.133,91	2.264,02	3,85	131,23	14,96	17.010,26
	%	8,60	77,21	13,31	0,02	0,77	0,09	100,00
Hogar medio 8	Kilogramo	1.582,72	14.618,79	2.447,55	4,44	143,49	16,36	18.813,35
	%	8,41	77,70	13,01	0,02	0,76	0,09	100,00
Hogar medio 9	Kilogramo	1.715,45	16.045,73	2.648,52	5,48	158,04	18,00	20.591,22
	%	8,33	77,93	12,86	0,03	0,77	0,09	100,00
Hogar medio 10	Kilogramo	1.912,79	20.027,71	2.930,30	6,57	196,21	22,79	25.096,37
	%	7,62	79,80	11,68	0,03	0,78	0,09	100,00

Unidades: Kilogramos equivalente de CO<sub>2</sub> y porcentajes.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

**Figura 3.2:** Emisiones totales de los hogares medios, en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>

Unidades: Kilogramos equivalentes de CO<sub>2</sub>.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

#### 4.4. Intensidad en emisiones del gasto de tipo de hogar

Los resultados obtenidos hasta ahora confirman que los hogares con más ingresos son los hogares que más contaminan. La tabla y la figura 4.1 revelan unos datos menos previsibles. La tabla 4.1 muestra lo que se puede llamar intensidad promedio de emisiones por cada euro gastado por los diferentes hogares<sup>23</sup>. Según esta información y la equiparable en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub> (figura 4.1), el patrón de consumo de los hogares de los últimos percentiles tiene un menor impacto sobre el efecto invernadero que la de los hogares de menores ingresos. En la figura 4.1 se muestra gráficamente como las intensidades de emisiones disminuyen con el nivel de renta, con la única excepción del paso del quinto al sexto percentil.

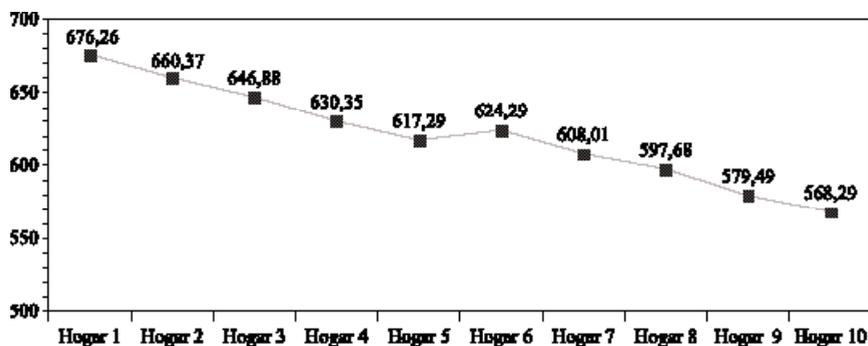
**Tabla 4.1:** Emisiones totales del hogar medio de cada percentil de ingreso equivalente en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>

Total emisiones hogares medios		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	HFC	PFC
Hogar medio 1	Emisión total	63.979,96	10.880.466,58	6.716,76	0,09	14,16	1,64
	Intensidad	3,00	510,41	0,32	4,21E-06	6,64E-04	7,70E-05
Hogar medio 2	Emisión total	64.597,72	11.351.823,78	6.768,16	0,10	15,01	1,78
	Intensidad	2,86	502,34	0,30	4,34E-06	6,64E-04	7,88E-05
Hogar medio 3	Emisión total	71.750,02	12.654.508,54	7.544,65	0,12	17,32	2,03
	Intensidad	2,79	492,11	0,29	4,57E-06	6,73E-04	7,88E-05
Hogar medio 4	Emisión total	77.255,81	13.607.253,91	8.111,43	0,15	19,01	2,20
	Intensidad	2,72	479,39	0,29	5,34E-06	6,70E-04	7,75E-05
Hogar medio 5	Emisión total	81.714,99	14.725.992,75	8.599,92	0,17	21,00	2,42
	Intensidad	2,62	471,70	0,28	5,55E-06	6,73E-04	7,74E-05
Hogar medio 6	Emisión total	81.632,75	15.113.023,80	8.561,48	0,17	20,71	2,42
	Intensidad	2,59	480,32	0,27	5,53E-06	6,58E-04	7,69E-05
Hogar medio 7	Emisión total	85.393,50	16.106.659,88	8.956,34	0,20	23,62	2,73
	Intensidad	2,49	469,45	0,26	5,75E-06	6,89E-04	7,95E-05
Hogar medio 8	Emisión total	92.426,65	17.927.623,23	9.682,37	0,23	25,83	2,98
	Intensidad	2,39	464,42	0,25	5,90E-06	6,69E-04	7,72E-05
Hogar medio 9	Emisión total	100.177,39	19.677.543,18	10.477,38	0,28	28,45	3,28
	Intensidad	2,30	451,57	0,24	6,45E-06	6,53E-04	7,53E-05
Hogar medio 10	Emisión total	111.701,75	24.560.808,70	11.592,09	0,34	35,32	4,15
	Intensidad	2,06	453,51	0,21	6,22E-06	6,52E-04	7,67E-05

Unidades: Emisiones totales en toneladas e intensidad de emisiones en gramos.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

<sup>23</sup> La intensidad de emisiones ha sido calculada como el cociente entre el total de emisiones y el total de gasto de cada percentil.

Figura 4.1: Intensidad de emisión de cada percentil, en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>

Unidades: Gramos equivalentes de CO<sub>2</sub>.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

La tabla 4.2 y la figura 4.3 muestran que para el metano y óxido nítrico, y en casi todos los casos del dióxido de carbono, las intensidades de emisión decrecen conforme nos movemos hacia un percentil mayor. En cambio, el hexafluoruro de azufre presenta una tendencia contraria, incrementando en general sus emisiones a medida que incrementan los ingresos, a excepción del último percentil. Por otra parte, los hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos, tienen un comportamiento prácticamente constante, oscilando levemente alrededor del valor base. De todas formas el peso de estos tres últimos gases en el total es muy pequeño, y tal y como se puede observar en la figura 4.1 y 4.3, en términos de unidades de CO<sub>2</sub> equivalentes la tendencia es clara y muestra como a pesar de que los hogares con mayores ingresos son los que más contaminan (figura 3.2 y 4.2) el patrón de consumo de estos hogares tiene un menor impacto por unidad de gasto sobre el efecto invernadero.

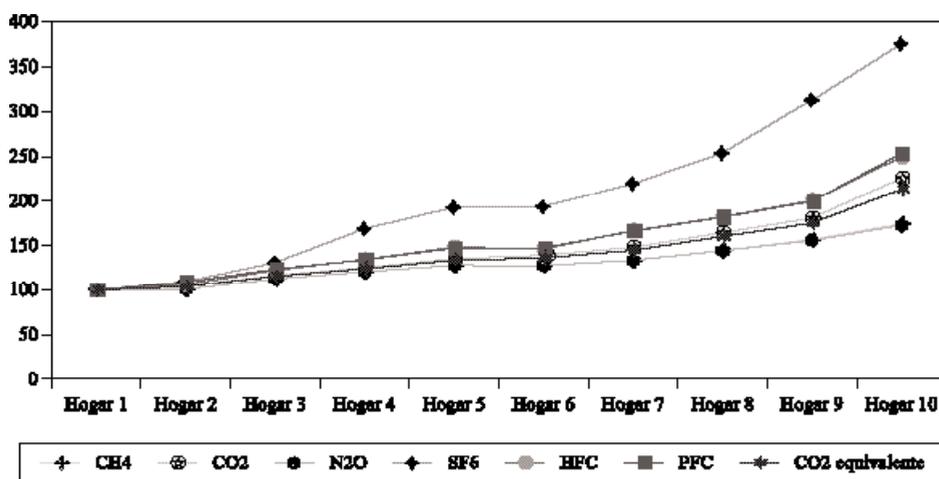
**Tabla 4.2:** Números índices de las emisiones totales y de las intensidades de emisiones de cada percentil Base 100 = Hogar 1

Total emisiones hogares medios		CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	HFC	PFC	CO <sub>2</sub> equivalente
Hogar medio 1	Emisión	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Intensidad	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Hogar medio 2	Emisión	100,97	104,33	100,77	109,22	106,00	108,44	103,52
	Intensidad	95,24	98,42	95,05	103,03	99,99	102,30	97,65
Hogar medio 3	Emisión	112,14	116,30	112,33	130,82	122,29	123,39	115,39
	Intensidad	92,97	96,41	93,12	108,45	101,37	102,28	95,66
Hogar medio 4	Emisión	120,75	125,06	120,76	168,88	134,25	133,94	124,11
	Intensidad	90,69	93,92	90,70	126,83	100,83	100,59	93,21
Hogar medio 5	Emisión	127,72	135,34	128,04	192,89	148,33	147,20	133,68
	Intensidad	87,21	92,42	87,43	131,71	101,28	100,51	91,28
Hogar medio 6	Emisión	127,59	138,90	127,46	193,72	146,24	147,31	136,26
	Intensidad	86,44	94,11	86,36	131,25	99,08	99,80	92,32
Hogar medio 7	Emisión	133,47	148,03	133,34	219,84	166,81	166,09	144,70
	Intensidad	82,93	91,98	82,85	136,59	103,64	103,20	89,91
Hogar medio 8	Emisión	144,46	164,77	144,15	253,77	182,39	181,62	160,04
	Intensidad	79,78	90,99	79,61	140,14	100,72	100,30	88,38
Hogar medio 9	Emisión	156,58	180,85	155,99	312,94	200,89	199,80	175,17
	Intensidad	76,60	88,47	76,31	153,09	98,28	97,74	85,69
Hogar medio 10	Emisión	174,59	225,73	172,58	375,37	249,41	252,96	213,49
	Intensidad	68,72	88,85	67,93	147,76	98,17	99,57	84,03

Unidades: Números índices, Base 100 = Hogar 1.

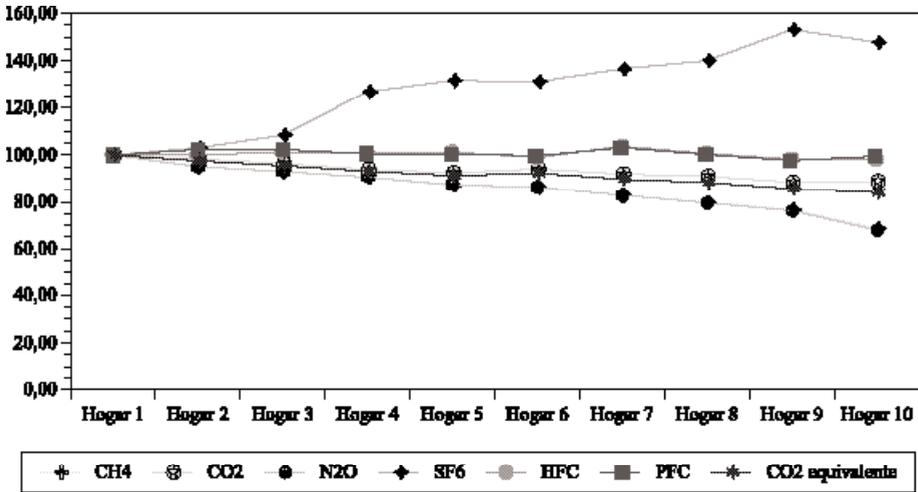
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

**Figura 4.2:** Evolución de las emisiones de cada gas para cada percentil



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

**Figura 4.2:** Evolución de la intensidad de emisión de cada gas para cada percentil



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE.

## 5. Conclusión

En este artículo, basándose en el principio contable del consumo, se ha desarrollado un modelo input-output medioambiental ampliado para analizar la relación entre los patrones de consumo de los hogares españoles y las emisiones atmosféricas de los gases regulados por el Protocolo de Kyoto. La aplicación de este modelo no sólo ha permitido determinar el grado de responsabilidad de los consumidores, sino también estudiar en qué medida diferentes grupos de consumidores según nivel de ingresos contribuyen más o menos al efecto invernadero. Combinando datos de diversas fuentes estadísticas referentes a 1998 se concluye que, aunque los hogares con mayores ingresos son claramente los que más contaminan en términos de unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>, sus patrones de consumo –definidos como la intensidad de emisiones por euro gastado– son, en cambio, algo menos propensos a generar gases de efecto invernadero.

Los resultados obtenidos se ven limitados por la información estadística actualmente disponible en el estado español, limitación debida en parte a dos factores. El primero es el hecho de que determinada información no se presenta a un nivel mayor de desagregación –por ejemplo, las emisiones asignadas a los vertederos y las emisiones directas de los hogares–. El segundo factor está relacionado con la falta de una tabla input-output de la energía para España actualizada

que permitiría obtener unos resultados más ajustados para las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al uso de la energía<sup>24</sup>.

La metodología desarrollada en este artículo tiene aplicaciones políticas que no han sido consideradas. El artículo se centra en la importancia de utilizar una medida adecuada que permita mostrar la importancia que tiene tomar conciencia de cuál es la responsabilidad de los consumidores y determinar el impacto de los diferentes estilos de vida en el efecto invernadero. Sin embargo, el principio contable del consumo ofrece información adicional a los que regulan las emisiones de gases de efecto invernadero. Así pues, se trata de reducir las emisiones de gases no sólo a través de políticas sectoriales que incentiven cambios en los procesos de producción o en la utilización alternativa de fuentes de energía menos contaminantes, sino también modificando los patrones de consumo de los hogares. Es decir, el hecho de mostrar los hábitos de consumo más contaminantes, puede permitir introducir medios o mecanismos de reducción de emisiones más eficientes, directamente dirigidos a los consumidores, como por ejemplo, campañas de información y de etiquetaje o medidas fiscales adecuadas.

Por otro lado, en futuros trabajos podría ser interesante analizar otras variables explicativas de las diferencias de emisiones entre los hogares –nivel de estudios, ubicación rural o urbana, diferencias regionales, etc. – ya que dentro de un mismo grupo de renta pueden haber grandes disparidades; así como determinar las emisiones ligadas a diversas categorías de producto.

## Bibliografía

BIESIOT, W. Y K. J. NOORMAN (1999): "Energy requirements of household consumption: a case study of The Netherlands", *Ecological Economics*, vol. 28, nº. 3, pp. 367-383.

DE JUAN, O. Y E. FEBRERO (2000): "Measuring Productivity from Vertically Integrated Sectors", *Economic Systems Research*, vol. 12, nº. 1, pp. 65-88.

DUCHIN, F. (1998): *Structural Economics. Measuring Change in Technology, Lifestyles, and the Environment*, Island Press, Washington D.C.

INE (1999): *Encuesta Continua de Presupuestos Familiares. Base 97*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

INE (2003): "Tablas de origen y destino 1998", *Cuentas económicas: Contabilidad nacional de España (base 1995)*. Marco input-output, disponibles en

---

<sup>24</sup> Este tipo de tablas ofrecen información sobre el consumo de energía de las ramas de actividad y de los sectores de la demanda final, especialmente de los hogares, combinando información en unidades físicas, calóricas y monetarias. Para España la última tabla input-output de la energía corresponde al año 1985. Es importante destacar que a partir de las tablas input-output energéticas se puede realizar diversos estudios sobre los requerimientos directos e indirectos de energía en la economía. Sin embargo, para análisis sobre las emisiones contaminantes, estas tablas sólo permiten estimar las emisiones más directamente relacionadas con los diferentes tipos de energía, especialmente el CO<sub>2</sub> generado por la quema de combustibles fósiles.

www.ine.es.

INE (2004): *Estadísticas de Medio Ambiente. Cuentas Ambientales 2002*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

IPCC (1997): *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Intergovernmental Panel on Climate Change, Reino Unido.

JACOBSEN, H. K. (2000): "Energy demand, structural change and trade: a decomposition analysis of the Danish manufacturing industry", *Economic Systems Research*, vol. 12, nº. 3, pp. 319-343.

LEZEN, M. (1998): "The energy and greenhouse gas cost of living for Australia during 1993-94", *Energy*, vol. 23, nº. 6, pp. 497-513.

LEZEN, M. (2001): "A generalised input-output multiplier calculus for Australia", *Economic Systems Research*, vol. 13, nº. 1, pp. 65-92.

MANCERO, X. (2001): *Escalas de equivalencia: reseña de conceptos y métodos*, Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos, CEPAL, Publicaciones de las Naciones Unidas, Santiago de Chile.

MILLER, R. E. Y P. D. BLAIR (1985): "Energy Input-Output Analysis" y "Environmental Input-Output Analysis", *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, cap. 6 y 7, pp. 200-265.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2003): *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España. Años 1990-2002. Comunicación a la Comisión Europea*, (Decisión 1999/296/CE), Subdirección General de Calidad Ambiental, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

MORENO, M. C. (2004): *Discriminación fiscal de la familia a través del IRPF. Incidencias de la diversidad territorial en la desigualdad del tratamiento*, Documentos Instituto de Estudios Fiscales, Documento nº. 18/04.

MUKHOPADHYAY, K. Y D. CHAKRABORTY (1999): "India's energy consumption changes during 1973/74 to 1991/92", *Economic Systems Research*, vol. 11, nº. 4, pp. 423-438.

MUNKSGAARD, J. Y K. A. PEDERSEN (2001): "CO<sub>2</sub> accounts for open economies: producer or consumer responsibility?", *Energy Policy*, nº. 29, pp. 327-334.

MUNKSGAARD, J.; K. A. PEDERSEN Y M. WIER (2000): "Impact of household consumption on CO<sub>2</sub> emissions", *Energy Economics*, nº. 22, pp. 423-440.

PASINETTI, L. (1981): *Structural Change and Economic Growth: a theoretical essay on the dynamics of the wealth of nations*, Cambridge University Press, Cambridge, (tr. castellana de Manuel Ahijado, Cambio estructural y crecimiento económico, Ediciones Pirámide, Madrid, 1985).

PROOPS, J. L. R.; M. FABER Y G. WAGENHALS (1993): *Reducing CO<sub>2</sub> Emissions: A Comparative Input-Output Study for Germany and the UK*, Springer, Berlin.

KURZ, H. D.; E. DIETZENBACHER Y C. LAGER (eds.) (1998): "Energy and Environment", *Input-Output Analysis*, Edward Elgar, Cheltenham, vol. II, pp.

3-128.

SCHNEIDER, M. H. Y S. A. ZENIOS (1990): "A comparative study of algorithms for matrix balancing", *Operations Research*, vol. 38, nº. 3, pp. 339-455.

UNITED NATIONS (1997): *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, 10 December 1997 (FCCC/CP/L.7/Add.1)

VRINGER, K. Y K. BLOK (1995): "The direct and indirect energy requirements of households in the Netherlands", *Energy Policy*, vol. 23, nº. 10, pp. 893-910.

WEBER, C. Y A. PERRELS (2000): "Modelling lifestyle effects on energy demand and related emissions", *Energy Policy*, nº. 28, pp. 549-566.

WIER, M. (1998): "Sources of changes in emissions from energy: a structural decomposition analysis", *Economic Systems Research*, vol. 10, nº. 2, pp. 99-113.

WIER, M.; M. LEZEN; J. MUNKSGAARD Y S. SMED (2001): "Effects of Household Consumption Patterns on CO<sub>2</sub> Requirements", *Economic Systems Research*, vol. 13, nº. 3, pp. 259-274.

WILTING, H. C.; W. BIESITO Y H. C. MOLL (1999): "Analyzing potentials for reducing the energy requirement of households in The Netherlands", *Economic Systems Research*, vol. 11, nº. 3, pp. 233-243.