

DT-SEHA n. 1403

Marzo 2014

[www.seha.info](http://www.seha.info)



**LA GRAN TRANSFORMACIÓN DEL SECTOR  
AGROALIMENTARIO ESPAÑOL. UN ANÁLISIS DESDE LA  
PERSPECTIVA ENERGÉTICA (1960-2010)\***

Juan Infante Amate\*\*

Eduardo Aguilera\*\*

Manuel González de Molina\*\*

\* Este trabajo ha sido posible gracias a los proyectos HAR2009-13748-C03-03 (Ministerio de Innovación, Ciencia y Tecnología) y 895-2011-1020 (Canadian Social Sciences and Humanities Research Council)

\*\* Universidad Pablo de Olavide  
Contacto: Juan Infante Amate ([jinfama@upo.es](mailto:jinfama@upo.es))

## Resumen

El principal objetivo de este trabajo es el de reconstruir los consumos de diferentes formas de energía por parte del SAA español entre 1960 y 2010. La hipótesis de partida derivaba de la evidencia del creciente consumo de input y capital de las actividades relacionadas con la producción y gestión de alimentos en nuestro país desde 1960 hasta la actualidad. Los resultados más relevantes nos informan de que el consumo de energía en toda la cadena agroalimentaria se ha multiplicado por 10,2. Lo ha hecho a un ritmo muy superior que el consumo de energía total, que la población, que el consumo total de alimentos e incluso que el PIB. Los transportes y la agricultura han sido los sectores cuyo consumo ha sido más relevante en todo el período de estudio, llegando a concentrar entre un 47-60% de los consumos totales. En una primera fase la agricultura absorbió la mayor parte de los consumos de energía totales mientras que desde 1985 ha moderado su crecimiento y han sido otros sectores los que han empujado el crecimiento. En términos de energía final consumida en el país, según nuestros resultados, una de cada cinco unidades energéticas consumidas en el total de la economía está relacionada con actividades agroalimentarias.

Palabras clave: Sector Agroalimentario, Balances de Energía, Análisis del Ciclo de Vida, EROI, Decrecimiento, Historia de la Alimentación.

## Abstract

The main objective of this work is to reconstruct the consumption of the different types of energy by the Spanish agri-food system (AFS) between 1960 and 2010. The initial hypothesis, of a high increase in energy consumption during that period, was derived from the evidence of a growing consumption of capital and inputs in the activities related with production and management of food products in Spain. According to our results, energy consumption in the whole Spanish agri-food chain has increased by a factor of 10. It has grown at a much faster pace than total energy consumption, than total food production and even than GDP. Transport and agriculture are the sectors with the most relevant energy use in the studied period, representing 47-60% of total AFS consumption. In a first stage, agricultural production absorbed the majority of the growth in energy consumption, while since 1985 other sectors have pushed the continuation of the growth. Our results indicate that roughly one fifth of final energy consumed by Spanish economy is related

Keywords: Agri-food System, Energy Balances, Life Cycle Assessment, EROI, Degrowth, Food History

**JEL codes:** N54, O13, Q4, Q18

## 1. Introducción<sup>1</sup>

La agricultura actual produce más alimentos, requiere menos mano de obra y ha aumentado la productividad de la tierra. Este proceso secular de cambio, agudizado en las últimas décadas del siglo XX con la industrialización del sector, puede ser leído como una historia exitosa del progreso humano (Bindraban y Rabbinge, 2012; Federico, 2008). Sin embargo, buena parte del éxito de los sistemas agrarios actuales es debido a la creciente dependencia de insumos externos, tanto para su consumo directo (combustibles o electricidad) como para su consumo indirecto (energía requerida para producir insumos sin poder calorífico como los fertilizantes). Aunque el output energético ha crecido, lo ha hecho a una tasa menor que los insumos utilizados, de manera que la agricultura ha perdido en las décadas finales del siglo XX su milenaria eficiencia energética (Pelletier et al., 2011).

La alta dependencia de los insumos externos que hoy sostienen la producción agraria mundial supone una de las principales amenazas para su sostenibilidad futura. La mayoría de los recursos utilizados son cada vez más escasos y su demanda mundial es creciente (Krausmann et al., 2008). El precio de los alimentos aumenta su dependencia de los precios de los combustibles fósiles (Headey y Fan, 2008), que vienen creciendo en los últimos años. Su uso generalizado, además de acelerar el agotamiento de un recurso escaso, causa problemas ambientales como la emisión de gases GEI, la eutrofización y, a fin de cuentas, el cambio global (Dutilh y Kramer, 2000).

Motivados por estas preocupaciones, en la década de 1970 varios autores publicaron los primeros trabajos sobre balances de energía en la agricultura (Leach, 1976; Pimentel y Pimentel, 1979) revelando que las nuevas formas producción agraria eran más ineficientes pues dependían, cada vez más, de recursos fósiles derivados del creciente uso de combustibles, electricidad o agroquímicos<sup>2</sup>. En España, pronto se realizaron estudios similares (Naredo y Campos, 1980; Puntí, 1982; Simón, 1999). Sus resultados apuntaban que la eficiencia energética de la agricultura española se redujo cinco veces en poco más de dos décadas pasando de 6,1 kcal/kcal en 1950-51 a 1,22 kcal/kcal en 1977-78. El uso de reemplazos se redujo notablemente (del 94,3% al 59%) así como aumentó el consumo de fertilizantes químicos, la tracción mecánica, la electricidad o los tratamientos fitosanitarios.

La industrialización no solo ha afectado a la agricultura sino que ha alterado radicalmente toda la cadena alimentaria. Durante este período se han desarrollado un gran número de actividades económicas entre la producción agraria y el consumo final de alimentos: transporte, envasado, procesamiento, conservación, distribución y consumo. Así, en los años cincuenta se propuso la idea de “economía agroalimentaria” toda vez que la provisión de alimentos dependía cada vez más de otras actividades que acontecían fuera de la explotación agraria (Davis y Goldberg, 1957). La brecha entre el concepto de “producto agrario”, entendido como el output derivado de la producción del sector agrario (Rodríguez-Zúñiga y Soria, 1986) y el concepto de “producto alimentario”, entendido como la producción final de bienes

---

<sup>1</sup> Este trabajo ha sido posible gracias a los proyectos HAR2009-13748-C03-03 (Ministerio de Innovación, Ciencia y Tecnología) y 895-2011-1020 (Canadian Social Sciences and Humanities Research Council).

<sup>2</sup> Buena parte de estos trabajos tuvieron un importante auge en el estudio de la agricultura de los EEUU y siguieron siendo objeto de análisis en años posteriores (Cleveland, 1995; Doving, 1985). Hoy en día el USDA sigue promoviendo análisis análogos (Outlaw et al., 2005).

resultantes de la transformación de los productos agrarios y la adición de utilidades diversas (Lancaster, 1966), ha seguido creciendo en las últimas décadas.

La proliferación de transportes de larga distancia y a bajo precio ha permitido desligar las actividades de producción y consumo de alimentos (Erb et al., 2009). Ello ha implicado un mayor consumo de energías fósiles para el transporte. Tal proceso ha requerido más insumos para garantizar la conservación y calidad de los alimentos en forma de frío industrial, envases y embalajes que antes eran menos necesarios. Buena parte de los alimentos consumidos son procesados por la industria alimentaria y su venta tiene lugar en canales de distribución y venta cada vez más complejos. Los hogares se han dotado de nuevos electrodomésticos y han pasado de utilizar energías tradicionales a una dependencia casi total de energías inorgánicas. El desarrollo de estas nuevas actividades hace que a la hora de analizar los problemas energéticos de la alimentación actual sea obligado prestar atención a las actividades económicas que trascienden la producción agraria (Canning et al., 2010; Heller y Keoleian, 2002, 2003; Infante-Amate y González de Molina, 2013).

En la década de 1970 aparecieron en *Science* un par de trabajos que analizaron el consumo energético de todo el sistema agroalimentario (SAA) de EEUU (Hirst, 1974; Steinhart y Steinhart, 1974). Según los mismos, la agricultura apenas suponía una quinta parte de los consumos energéticos del SAA. En la primera fase de industrialización la agricultura creció a un ritmo superior que el resto de actividades agroalimentarias, esto es, tuvo un papel relativo mayor. Sin embargo, una vez consumada la Revolución Verde, el consumo de la agricultura fue comparativamente menor que el de otras actividades (Heller y Keoleian, 2003) incluso llegando a estabilizar su consumo (Miranowski, 2005).

El consumo de energía vinculado a la alimentación ha sido creciente y supone un alto porcentaje del consumo de energía total, de manera que cualquier vía de reducción de la dependencia de los combustibles fósiles en sociedades industriales pasa por atender y estudiar con detalle la naturaleza del SAA y sus transformaciones recientes (Pimentel et al., 2008; Canning et al., 2010)

En el caso de España contamos con algunos trabajos que con diferentes metodologías han estudiado bien el consumo de energía del SAA del país (Infante-Amate y González de Molina, 2013), bien el de la alimentación de los españoles (Muñoz et al., 2010), atendiendo ambos al conjunto de la cadena agroalimentaria. Además de ofrecer resultados análogos ambos casos revelan una pauta común: la importancia del consumo energético de las actividades alimentarias en el país más allá del nivel de finca. No contamos con ninguna evidencia de lo ocurrido en el conjunto del SAA en perspectiva histórica. La industrialización del país tuvo lugar principalmente a partir de la década de 1960 (Carpintero, 2005). Durante este período ocurrieron importantes transformaciones en la agricultura así como del resto de la cadena alimentaria. Las primeras han sido analizadas en términos energéticos (Carpintero y Naredo, 2006). De las segundas no contamos con ninguna información al respecto en el caso español.

Este trabajo quiere cubrir esa laguna describiendo la naturaleza de la gran transformación del SAA entre 1960 y la actualidad y, por otro lado, analizando su dimensión energética en tres momentos históricos: 1960, 1985 y 2010, dando cuenta de tres modelos diferentes en la evolución del SAA español y recogiendo, así, sus principales transformaciones.

En el siguiente apartado explicamos los límites y la propuesta metodológica de nuestro trabajo. Después presentamos la evolución de las principales variables del SAA español en los últimos cincuenta años. Finalmente estudiamos los consumos de energía de cada una de las actividades de la cadena agroalimentaria en España para terminar discutiendo los resultados. Incluimos al final del texto un amplio anexo metodológico y estadístico donde se recogen las fuentes utilizadas y los criterios de estimación así como los principales resultados desagregados de nuestra investigación.

## **2. Metodología y límites del estudio**

El principal problema de propuestas metodológicas como los balances de energía, los EROI o cualquier sistema input-output para el análisis de los flujos de energía en contextos sociales es que la inexistencia de un protocolo común ha impedido generar comparaciones eficaces entre los muchos casos de estudio. Esto se ha debido a varios factores. En primer lugar, la dificultad a la hora de fijar los límites del estudio, esto es, qué se contabiliza y qué no se contabiliza como input u output de energía. Por otro lado, la medición de los propios flujos puede resultar un problema incluso mayor: se puede medir solo la energía final consumida, la primaria o el consumo total derivado de análisis del ciclo de vida de cada input. En muchos trabajos estos aspectos no quedan claros e incluso se mezclan varias formas de medición. Finalmente, los factores de consumo de energía por input son muy variables en la literatura. Se utilizan factores que en ocasiones varían en un una orden de magnitud debido a que cada estudio, a su vez, ha tenido límites y metodología diferentes. Además la eficiencia energética de la producción de un bien no es la misma a lo largo del tiempo, luego muchos factores de consumo energético utilizados en la actualidad se refieren a estudios en los que la eficiencia era mucho mayor o menor (Dovring 1984; Jones, 1989; Mulder y Hagens, 2008; Murphy et al., 2011; Norum, 1983). Otro problema referido a este tipo de metodologías deriva del hecho de que en muchos trabajos se terminan agregando muy diferentes formas y tipos de energía que en principio no son comparables. Se mezclan “peras con manzanas<sup>3</sup>”, al decir de Mario Giampietro (2006).

Tales inconvenientes, en cualquier caso, no invalidan la utilidad de estas metodologías pues siguen proporcionando indicadores muy útiles sobre el consumo de recursos, el grado de dependencia de los mismos a la vez que señala las actividades más consumidoras. Sin embargo, sí nos ponen en alerta sobre un la necesidad de especificar claramente los límites de estudio así como las fórmulas de medición de los flujos de energía.

En nuestro caso, los límites del estudio se refieren a los consumos de energía del SAA español en los años de 1960, 1985 y 2010. Para ello estimamos el consumo de energía de todas las actividades de la cadena agroalimentaria. Analizamos los consumos de energía realizados por el sector agrario español, por su industria agroalimentaria, por los comercios vinculados a tales actividades, por las industrias de fabricación de envases y embalajes con destino alimentario, por el consumo que realizan los hogares en actividades de alimentación y, finalmente, por las actividades de transporte de productos agrarios y alimentarios realizadas dentro del país así

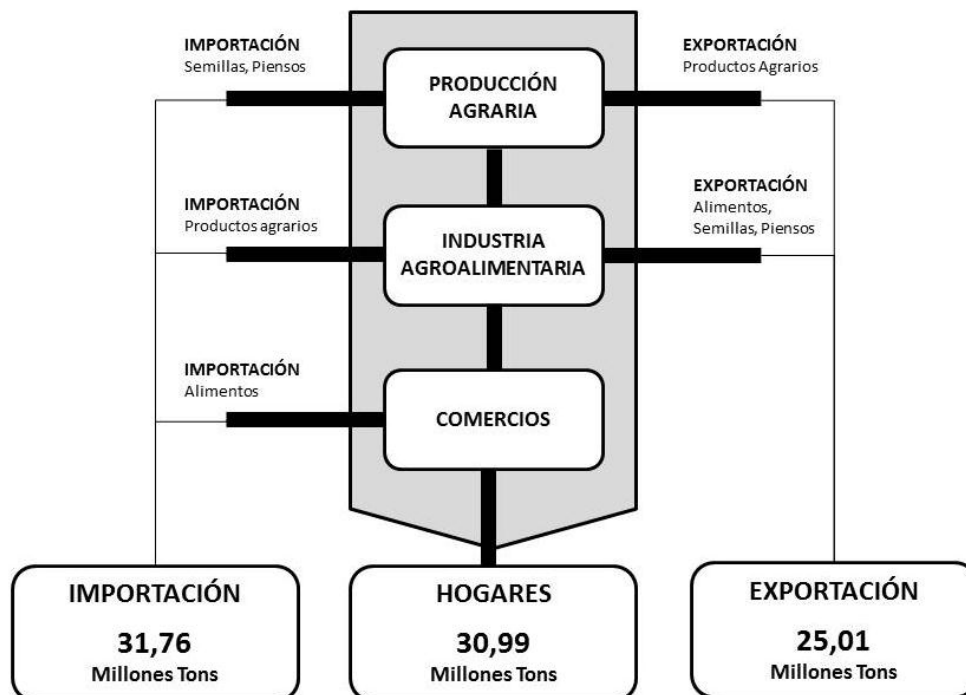
---

<sup>3</sup> “Appels and oranges” en la versión original (Giampietro, 2006:174).

como las asociadas a las importaciones al mismo (no las exportaciones). Por tanto, este trabajo *no* mide el coste energético de la alimentación de los españoles. Para ello sería necesario saber el coste de todos los productos alimentarios consumidos en España, tanto los producidos en el país como de los importados. Este trabajo analiza los consumos de energía que tienen lugar en las actividades agroalimentarias españolas. Una parte del output agroalimentario se consume internamente pero otra parte se exporta fuera. Dicho de otra forma, no podemos relacionar el coste energético del SAA con el contenido energético de los alimentos consumidos por la población española para, así, obtener una ratio de eficiencia. Lo que se estima es el coste de producirlos y procesarlos domésticamente. Dado que España es un país que exporta gran cantidad de alimentos frescos y procesados con destino preferentemente europeo, parece conveniente analizar el consumo de la cadena agroalimentario española en su conjunto; especialmente cuando se trata de ofrecer datos que permitan el diseño de políticas públicas coherentes que reduzcan el consumo energético de dicha actividad, dado su enorme peso en el conjunto de la economía española.

**Figura 1**

Flujos de los productos agroalimentarios en España en 2010. Millones de toneladas.



Fuente: ver anexo metodológico.

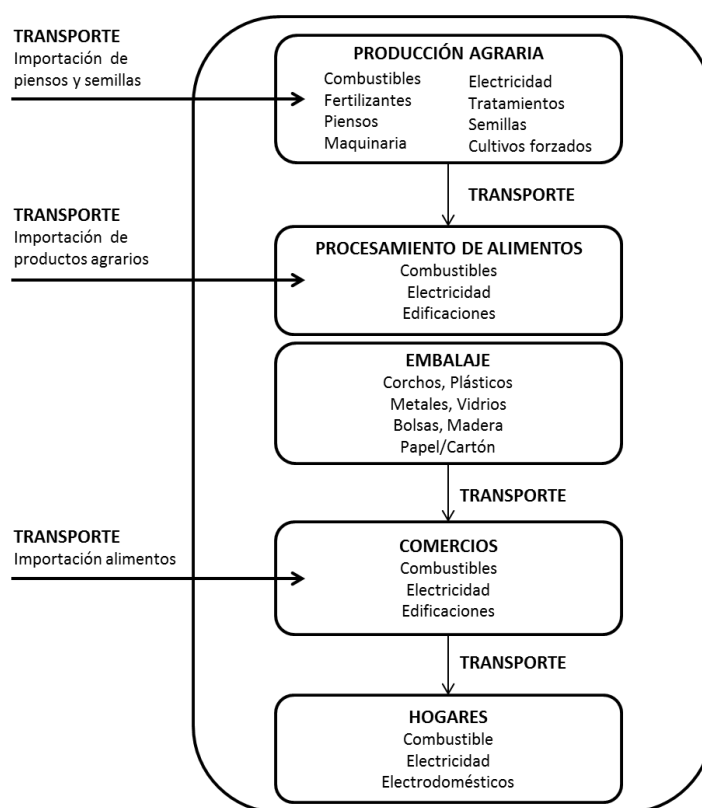
No obstante, a la luz de los datos ofrecidos en la figura 1 podemos intuir que el consumo energético del SAA español guarda cierta relación con el consumo de energía de los alimentos consumidos en España: se importan al año 31 millones de toneladas (Mt) de alimentos o productos agrarios en tanto que se exportan 25 millones. Esto es, una cantidad similar. Dicho

de otra forma: aunque no podamos ofrecer un balance de la energía necesaria para alimentar la población española, los resultados de esta investigación se aproximarán mucho a esta idea<sup>4</sup>.

Nuestra propuesta, que mide por tanto el coste energético del SAA español, hereda los planteamientos clásicos de Hirst (1974) y Steinhart y Steinhart (1974) y se fundamenta en el trabajo de Heller y Keoleian (2002, 2003). En un trabajo anterior realizamos un experimento similar para el caso de España en el año 2000 (Infante-Amate y González de Molina, 2013). En esta ocasión actualizamos los datos para el año 2010 y añadimos los de 1960 y 1985. Además, se contemplan otras diferencias metodológicas: se han actualizado coeficientes de coste energético para varios productos, se han actualizado las fuentes, hemos añadido nuevos ítems y modificado la forma de contabilizar algunos input.

**Figura 2**

Límites del estudio. Flujos de energía contabilizados en el trabajo



Fuente: Infante-Amate y González de Molina (2013).

En la figura 2 se detallan los inputs tomados en consideración. Tomamos en cuenta todos los insumos energéticos que es posible contabilizar según el estado de la literatura actual en las fases de producción de alimentos (agricultura), procesamiento de los mismos (industria

<sup>4</sup> Aun así, hay que tomar esta hipótesis que no está basada en ninguna evidencia con cautela pues buena parte de las importaciones recibidas son granos para el alimento animal y la mayor parte de nuestras exportaciones son alimentos ya procesados.

agroalimentaria), comercio (bares, restaurantes, supermercados y similares), transporte (interior y de importación por tipo de transporte) y consumo doméstico.

Por motivos metodológicos o por disponibilidad de fuentes, es imposible calcular el consumo energético de absolutamente todos los procesos relativos a la agricultura y la alimentación. Es imposible averiguar, por ejemplo, los folios que gasta un hipermercado en su contabilidad y que, obviamente tienen relación con la actividad alimentaria. Así pues, este trabajo es, de entrada, incompleto. Sin embargo, es posible dar cuenta de los procesos más importantes y, con ello, ofrecer un dibujo cabal de las grandes cifras que nos informan sobre los costes ambientales del SAA de un país desarrollado y, lo más interesante, cómo se fue gestando este proceso hasta la actualidad.

¿Qué tipo de energía tomamos en consideración? Hemos decidido estudiar diferentes formas de energía en este trabajo con objeto de poder generar diversos indicadores tratando así de evitar la mezcla de formas distintas de energía bajo un mismo indicador. En un trabajo de este tipo se combina el contenido energético del pienso con el combustible utilizado o los costes de construcción de un hipermercado, lo que en un dato agregado aporta una visión poco detallada. Así, se distinguirá entre:

*Energía final:* se refiere al contenido energético de las fuentes energéticas finalmente utilizadas por las diferentes actividades económicas; principalmente combustibles y electricidad, tal y como aparecen en la figura 2. Es la forma más habitual de presentar los balances de energía por parte de las estadísticas oficiales. Así, podremos tener un dato comparable con las principales fuentes oficiales, detallando los consumos dentro del país referidos al SAA.

*Energía primaria no renovable:* por energía primaria se entiende el contenido energético de una fuente en origen, antes de los procesos de transformación que implican pérdidas. Bajo esta definición añadimos no solo la energía directa consumida por los *energy carriers*, sino también la energía indirecta de todos los bienes y servicios utilizados en el SAA que generalmente no tienen contenido energético pero sí requieren altas cantidades para su producción, distribución o mantenimiento. Para ello, utilizando análisis específicos ACV, estimamos los costes energéticos totales del uso de combustibles y electricidad pero también de fertilizantes, embalajes, edificios industriales, electrodomésticos, etc.

*Energía primaria renovable:* aquí incluimos la energía primaria de fuentes renovables como la biomasa, las hidroeléctricas, la solar, etc.

*Energía primaria total:* en este indicador añadimos la suma de la primaria no renovable y de la primaria renovable.

Todos los detalles se encuentran en el anexo metodológico.



### 3. Una panorámica de la gran transformación del sector agroalimentario español

Que la economía española ha vivido su mayor proceso de transformación desde los años 60 del siglo XX hasta la actualidad, es algo conocido. ¿Cómo ha afectado al SAA este proceso de cambio en el que España se ha integrado en los mercados mundiales y ha culminado la industrialización de su sector agrario? Antes de comentar los resultados de nuestro análisis energético, conviene dar un repaso aunque sea breve a los principales cambios habidos entre 1960 y la actualidad. Lo ocurrido en el campo durante la segunda mitad del siglo XX, que dio lugar al fin de la llamada agricultura tradicional, es bien conocido (Naredo, 1996; Carpintero y Naredo, 2006). Cambio caracterizado por la mecanización de la producción, el uso creciente de fertilizantes y fitosanitarios, la pérdida de activos agrarios, el despoblamiento rural o la creciente dependencia de los mercados exteriores.

**Tabla 1**  
Indicadores del cambio agrario en España (1960-2010)

	Unidad	1960	2010
Número de explotaciones censadas	Miles	3008	990
Población Activa Agraria	Miles	4696	804
Población Activa Agraria	%	39,74	4,37
Población Rural	Miles	14989	5973
Población Rural	%	49,26	12,76
Superficie Agrícola Total	Miles has.	20155	17221
Superficie Regadío		2094	3094
Porcino		6032	25704
Gallinas	Miles	29103	138000
Equinos		2350	318
Consumo de N	Miles Tons	242	941
Consumo combustibles	PJ	2,5	100
Maquinaria pesada	Miles	64	1390
Extracción de leña forestal	Tons	9,9	2,4
Importación Alimentos	Mill. Tons. m.s.	2,2	34,4
Exportación Alimentos		0,7	13
Consumo total alimentos		2633	3239
Consumo productos animales	kcal/hab	355	827
% Animal		13,48	25,53
Consumo total proteínas		79	106
Consumo proteínas animales	Gr/día	26	65
% Animal		32,91	61,32
Consumo total grasas		68	151
Consumo grasas animales	Gr/día	22	56
% Animal		32,35	37,09

Fuente: Censo Agrarios de 1962 y 2009. Anuario de Estadística Agraria. FAOSTAT.

Entre 1960 y 2010, el número de explotaciones ha caído a una tercera parte, la población rural ha pasado de 14,89 millones a 5,97 millones y de representar casi la mitad de la población total a suponer el 12,76%. La población activa agraria ha caído de 4,70 millones a poco más de

800 mil, de copar el 40% de todos los ocupados a poco más del 4%. La superficie agrícola ha caído de 20,15 millones a 17,22. En suma, el medio rural español ha perdido la relevancia relativa que tuvo, su aportación relativa al PIB es cada vez menos significativa, los empleados agrarios han caído en picado y las zonas rurales se han despoblado.

La industrialización de la economía en general y de la agricultura en particular ayuda a explicar este fenómeno. La mecanización se ha disparado, pasando de 64 mil unidades de cosechadoras, tractores y motocultores, a casi 1,4 millones. El consumo de nitrógeno ha pasado de 242 mil toneladas a 941 mil. El de combustibles de 2,5 Petajulios (PJ) casi 100. Así, la mejora de la productividad del trabajo ha desplazado a la mano de obra fuera del sector y la mejora de la productividad de la tierra, en base a los crecientes insumos, ha permitido sostener o incrementar la producción.

La industrialización de la economía en general también ha contribuido indirectamente a cambiar el papel del agro español. En 1960 empezó a consolidarse la transición a la economía de los combustibles fósiles en España (Carpintero, 2005; Rubio, 2005). Ese año se extrajeron de los montes 9,9 Mt de leña. Hoy en día apenas se extraen 2,4 Mt, fruto del abandono de las energías tradicionales pues la superficie leñosa ha seguido creciendo debido al abandono de las tierras de cultivo (Infante-Amate et al., 2014).

La mecanización del sector ha cambiado enormemente la configuración de la cabaña ganadera. Los equinos han dejado de ser necesarios como fuerza de trabajo y han pasado de 2,3 millones a 0,3 millones. Sin embargo, los cambios en los hábitos alimentarios y la posibilidad de importar grandes cantidades de alimento animal de otros países, han multiplicado la ganadería intensiva. Los porcinos y las gallinas se han multiplicado por cuatro. La presencia de proteínas y grasas se ha disparado, principalmente las de origen animal que hoy ya suponen el 61% de las proteínas de nuestra dieta frente al 32% de 1961, según la FAO (Tabla 1).

En este proceso de cambio el protagonismo de los distintos insumos y su ritmo de utilización ha sido distinto desde los años sesenta hasta hoy. La energía final utilizada en finca (electricidad y combustibles) sufrió un extraordinario incremento entre 1960 y 1985, seguido de una cierta estabilidad y de una notable caída desde 2004<sup>5</sup>. Algo similar ocurre con el consumo de fertilizantes y tratamientos fitosanitarios, que muestran cierta estabilidad en su empleo desde los años finales del siglo XX hasta nuestros días (Figura 3). Un proceso análogo al descrito en otras agriculturas industrializadas (Outlaw et al., 2005).

Sin embargo, otros inputs no han dejado de crecer. Tal es el caso de la maquinaria agrícola, que pese a ser más eficiente, no de dejar de sumar unidades a su ya extenso parque<sup>6</sup>. Y, más ostensiblemente, ha aumentado el consumo de piensos y semillas. Como quiera que la cabaña

---

<sup>5</sup> Según los datos de IDAE (2013) el consumo de energía final en la agricultura se duplicó entre 1990 y 2004, pasando de 1667 ktep a 3324 ktep. La propia dinámica de rendimientos decrecientes en el sector y la propia crisis económica han hecho que desde esa última fecha el consumo de energía final haya caído hasta los 2062 ktep de 2010, volviendo a valores de 1994. El dato de consumo de carburantes mostrado en la figura 3a puede estar posiblemente algo sobreestimado. Los motivos se detallan en el anexo.

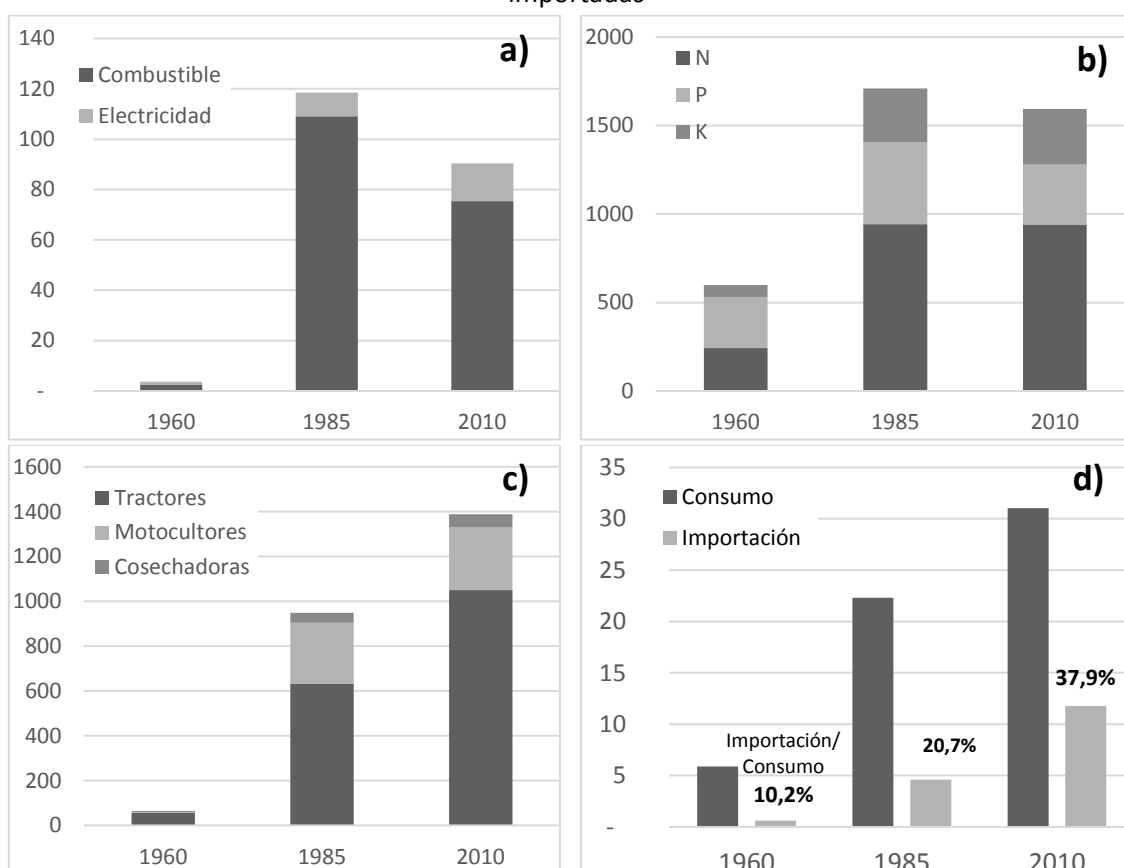
<sup>6</sup> Aunque hay serias evidencias que nos hacen creer que está sobreestimado al no darse de baja buena parte de la maquinaria obsoleta. Así lo sugiere el inventario de emisiones (MAGRAMA, 2013).

para carne ha crecido desproporcionadamente, una parte cada vez más importante de piensos es requerida para su sostenimiento.

El consumo de alimento animal ha pasado de 5,9 Mt a 31 Mt entre 1960 y 2010. Según nuestras estimaciones las importaciones han pasado de 0,6 Mt a 11,8 Mt en el mismo período. El crecimiento ha sido continuo, incluso después de 1985. Dicho de otra forma, si otros inputs agrarios muestran una cierta estabilidad, los piensos siguen aumentando en volumen, suponiendo, como veremos, el insumo energético más importante del sector en la actualidad. Además, la importación de piensos es responsable de que España haya pasado de ser un país prácticamente autosuficiente en términos de proteína, a importar de forma neta una cantidad equivalente a toda la proteína producida por su propia agricultura (Lassaletta et al., 2013).

**Figura 3**

Consumo de inputs agrarios en España. a) Consumo de combustibles y electricidad en uso final (Terajulios). b) Consumo de N, P y K en miles de toneladas. c) Miles de unidades de maquinaria agrícola. d) Millones de toneladas (materia fresca) de alimento animal consumidas e importadas



Fuente: ver anexo metodológico.

La agricultura española actual es altamente dependiente de insumos externos, de la misma manera que la alimentación de los españoles también depende altamente de alimentos importados. En la actualidad importamos 31,78 Mt de productos agroalimentarios y exportamos 25,01 Mt. Casi la mitad de nuestras exportaciones están compuestas por

hortalizas, frutas y legumbres. La mitad de nuestras importaciones son granos: en forma de cereal o en forma de semillas o piensos.

El SAA actual, por tanto, se basa en un importante volumen de productos agrarios importados de otros países, lo cual ha hecho multiplicar el volumen del transporte y sus costes asociados. Intuitivamente tendemos a pensar que la mayor parte de tal transporte es consecuencia de las importaciones de países extranjeros. No en vano estas han pasado en nuestro país de apenas 1,7 mil Mt-km a 130,7 mil Mt-km (Figura 4). Las importaciones han crecido desde todas las regiones de origen. Sin embargo, hay algunos elementos de interés en los datos de la figura 4. En 1985 el volumen de importaciones ya ascendía a 46,9 mil Mt-km, de las cuales casi el 90% provenían de América. Desde esa fecha, próxima a la integración de España en el mercado común europeo, las exportaciones desde la UE han pasado de representar el 6%-7% en 1960 y 1985, a copar el 32% en la actualidad. En cualquier caso esto no ha sido óbice para que las importaciones americanas hayan seguido creciendo (de 42 mil Mt-km a 66 entre 1985 y 2010), copando en la actualidad el 50% de las importaciones totales. El grano para alimentación animal, principalmente la soja y el maíz que provienen de EEUU, Brasil y Argentina, copan la mayor parte de nuestras importaciones transoceánicas (González de Molina e Infante-Amate, 2013).

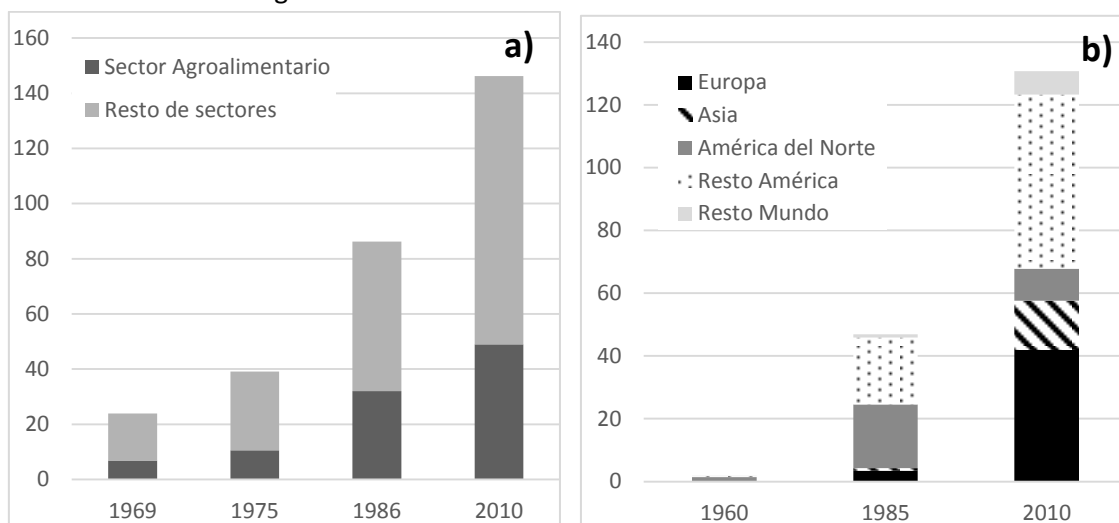
El 78% de las t-km importadas se realiza por mar y el 20% por carretera. El avión y el ferrocarril tienen una importancia relativa escasa. Esta dimensión del comercio exterior agroalimentario es el que construye el persuasivo relato de los “food miles” o “alimentos viajeros”, a los que se asocia un alto coste energético para su consumo. Sin embargo, esta importación desata un proceso de transporte mucho más costoso: el que ocurre dentro del país una vez que los bienes importados llegan a los puertos o principales centros de distribución. Desde ahí, deben ser transportados por carretera a los destinos finales en un proceso mucho más costoso en términos de energía, habida cuenta que el transporte en camiones o vehículos menores tienen un coste por tonelada transportada muy superior al de otros tipos de transporte como los barcos o el ferrocarril.

Desde 1969 contamos con información sobre el transporte de mercancías por carreteras en España. Ese año se transportaron 24 mil Mt-km de las cuales un 28,9% eran productos agroalimentarios. En 2010 el transporte ascendió a 146 mil Mt-km, de las cuales productos agroalimentarios copaban un 33,6% (Figura 4). Dicho de otra forma, hoy en día se transporta por carretera una ingente cantidad de mercancías, de las cuales tienen un papel protagonista las vinculadas al SAA. El parque de vehículos se ha disparado y el consumo de combustibles para transporte representa un 40% del consumo de energía final en España (IDAE, 2013), un país con alta dependencia externa de energías fósiles. Podemos intuir que este ítem, derivado no solo del comercio internacional sino también de la red interna de carreteras y transportes que se ha creado, representa uno de los costes ambientales y económicos más notables de la actual configuración del SAA.

El transporte por ferrocarril es mucho menor en comparación, aunque también lo hemos tenido en cuenta. En 1960 representaba 7,8 mil Mt-km, la misma cantidad que en la actualidad. Los productos agroalimentarios suponían un 23,8% y un 7,5% respectivamente.

**Figura 4**

a) Transporte total de mercancías y de productos agroalimentarios por carretera dentro de España. Miles de millones de tm-km. b) Importación de productos agroalimentarios por zonas de origen. Millones de toneladas. Miles de millones de tm-km.



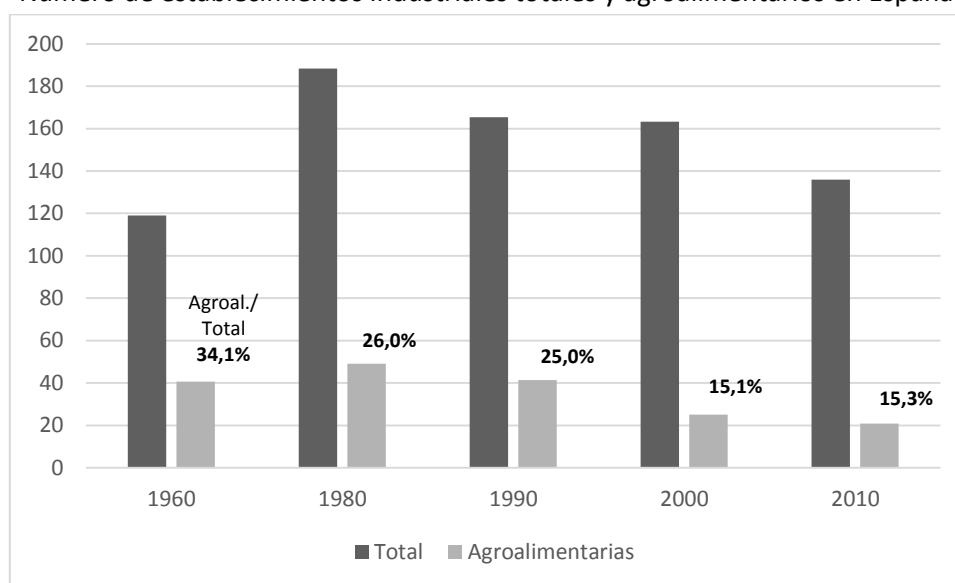
Fuente: ver anexo metodológico.

Además de la producción de alimentos y el transporte de los mismos, el sector de la industria agroalimentaria también ha virado profundamente en el último medio siglo. Aunque las crecientes industrias españolas parecen un sector ajeno e incluso sustitutivo de la agricultura tradicional del país, lo cierto es que buena parte de ellas tienen una estrecha vinculación con el sector agrario. ¿Cómo ha cambiado la industria agroalimentaria? Si analizamos el número de establecimientos industriales en España podemos ver un importante auge entre 1960 y 1980 y, después, un retroceso en los mismos. Los establecimientos vinculados al SAA han pasado de representar el 34,1% del total español al 15,3%. Dicho de otra forma, su presencia es cada vez menor (Figura 5).

Los datos pueden parecer contraintuitivos pues se revela una caída del 50% del número de establecimientos agroalimentarios entre 1960 y 2010, pasando de unos 40 mil a poco más de 20 mil. Sin embargo, este descenso también es producto del proceso industrializador del país durante tales años. Buena parte de la industria tradicional, basada en energías orgánicas tenía una bajísima potencia instalada y permitía procesar poca cantidad de alimentos, de manera que era habitual encontrar muchos establecimientos pero con poca capacidad productiva. La industrialización de los mismos ha hecho aumentar su potencia de manera que aunque siguen procesando una cantidad creciente de alimentos su número ha bajado. Un buen ejemplo lo representan las almazaras, que cayeron de 6383 a 2019 entre 1960 y 1990, cuando es bien sabido que la producción de aceite se multiplicó. La causa se encuentra en la sustitución de las almazaras tradicionales por los nuevos “sistemas continuos”, mucho más productivos (Infante-Amate, 2011). En muchos pueblos de la España preindustrial se multiplicaban los molinos, las almazaras, los lagares... hoy, un número menor de industrias son capaces de procesar una cantidad mucho mayor de producto (Tabla 2).

**Figura 5**

Número de establecimientos industriales totales y agroalimentarios en España.



Fuente: ver anexo metodológico.

Nota: en los datos presentados se aplican tres metodologías diferentes para el cálculo del número de industrias: por un lado la de 1960, por otro los datos de 1980 y 1990. Finalmente la de 2000 y 2010. Ello puede hacer que los resultados presentados no sean homogéneos.

**Tabla 2**

Número de establecimientos agroalimentarios en España.

	1960	1985	2010
Industria cárnica	-	3784	3205
Industria del pescado	773	446	552
Preparación y conservación de frutas y hortalizas	979	745	1.091
Aceites y grasas	7.588	2.168	1.315
Productos lácteos	-	875	981
Molinerías, panaderías y pastas alimenticias	20.973	25.696	7.957
Otros productos alimenticios	2.846	1.919	1.907
Comida para animales	230	791	721
Fabricación de bebidas	7.148	4.454	2.753
Aguas embotelladas y bebidas aromatizadas	-	977	299
Industria del Tabaco	60	32	23
<b>Total Agroalimentario</b>	<b>40.597</b>	<b>41.887</b>	<b>20.804</b>
<b>Total Industria</b>	<b>118.932</b>	<b>164.003</b>	<b>135.966</b>
Porcentaje AA/Total	34,13	25,54	15,30

Fuente: ver anexo metodológico.

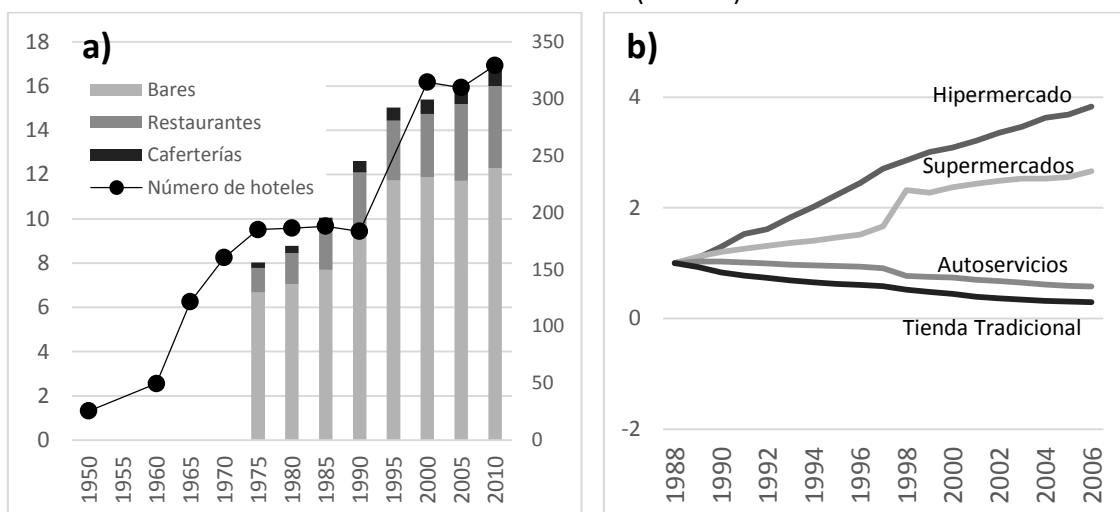
Algo similar ocurre con otro elemento clave de la cadena agroalimentaria: el sector de la distribución. Al menos con uno de los elementos que lo integran: el de los puntos de venta de productos agroalimentarios. Los datos sobre establecimientos de venta no cuentan con una gran profundidad histórica, sin embargo, revelan una pauta evidente: la desaparición del

comercio tradicional y su sustitución por nuevos centros de gran tamaño. Según los datos de Nielsen (citados en MAGRAMA, 2007), que estiman el número de establecimientos en el país entre 1988 y 2006, atendiendo a su tipología, podemos constatar este proceso. Las tiendas tradicionales han caído de 92484 a 27423 en el citado período. Los autoservicios han pasado de 17893 a 10305. Por su parte, los supermercados se han multiplicado por 2,7 y los hipermercados por 3,8, moviéndose de 5292 a 14084, y de 99 a 379, respectivamente. En 1980 había en España solo 20 grandes centros comerciales. En 2008 eran 514 (AECC, tomado de Cuesta y Gutiérrez, 2010).

No cabe duda de que las formas de venta y compra de los alimentos en el país han cambiado sustancialmente en apenas tres décadas. El comercio tradicional se desploma –su cuota de mercado ha caído al 23%- mientras que buena parte de la población compra en grandes superficies.

**Figura 6**

a) Miles de establecimientos de hostelería (bares, restaurantes y cafeterías) en el eje de la derecha y miles de hoteles en el eje de la izquierda. b) Evolución del número de tiendas de venta de alimentos (1988=1).



Fuente: ver texto.

Hay un segundo elemento del comercio agroalimentario que también ha cambiado sustancialmente en las últimas décadas: el llamado “canal HORECA” (hostelerías, restauración y catering). Entre 1975 y 2010 el número de establecimientos hosteleros, tomando en consideración cafeterías, bares y restaurantes, ha pasado de 156 mil a 328 mil (FEHR, 2005). Los restaurantes se han multiplicado por 3,3, las cafeterías por 3,5 y los bares por 1,8. Estos últimos son los más numerosos, aunque su participación se ha reducido levemente, pasando de suponer el 83% en 1975 al 73% en 2010 (Figura 6). Igualmente se ha disparado el número de hoteles en el país, buena parte de los cuales ofrece servicios de restauración. Han pasado de 2551 en 1960 a 16938 en 2010. La forma de consumir alimentos ha cambiado sustancialmente en los últimos años ante la evidencia del formidable incremento de establecimientos de restauración en el país.

Este cambio, así como el auge del comercio en grandes superficies, la creciente industria de procesamiento o las masivas importaciones de bienes y servicios, estimulan otro de los grandes cambios del sector en las últimas décadas: el envasado y el embalaje. La necesidad de conservar los alimentos, que ahora recorren largas distancias durante largos períodos de tiempo requiere envasados para mantenerlos en correcto estado. Por otro lado, el abandono del consumo directo y local así como la pérdida de compras a granel, obliga a los puntos de venta a conservar y ofrecer los productos en nuevos envases que, a su vez, también son parte del nuevo marketing agroalimentario. Algo desconocido o minoritario a la altura de 1960.

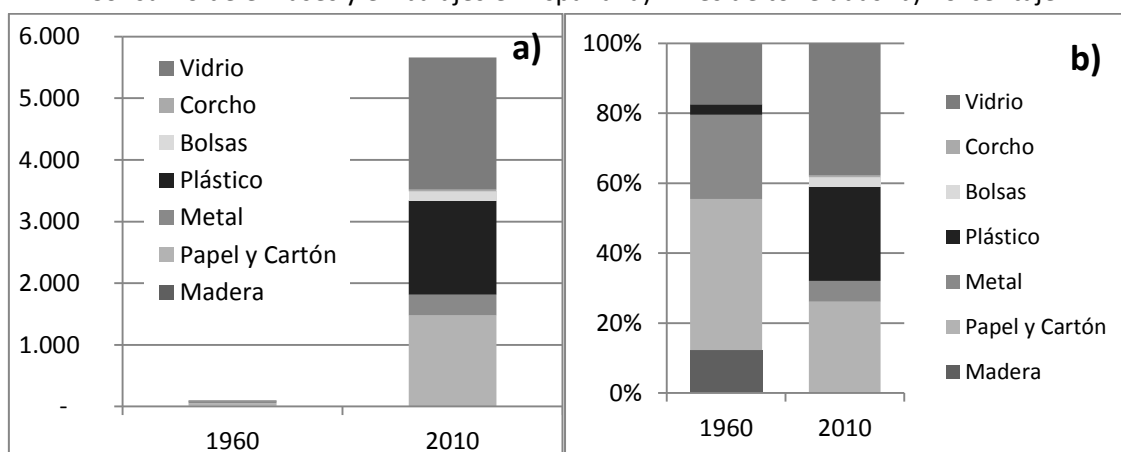
Para tal año contamos con información que detalla la producción de envases y su uso en el SAA español (INE, 1962). La cantidad total ascendía a unas 100 mil toneladas. El sector de las conservas copaba 21 mil toneladas, de las cuales 15 mil eran envases de hojalata y 5 mil envases de madera (cajas o barriles). La fabricación de chocolate y la industria del tabaco consumían 4 mil toneladas de papel/cartón cada una. Los envases de hojalata para el aceite de oliva ascendían también a 4 mil toneladas. Los aguardientes y otros licores requerían de 8 mil toneladas de envases de vidrio, otras bebidas como las gaseosas 2 mil y la cerveza alcanzaba las 3 mil, consumiendo también casi 100 millones de tapones metálicos. Se consumían 7 millones de tapones de corcho para bebidas diversas.

En total, unas 100 mil toneladas de las que 44 mil eran de papel/cartón, 24 mil de envases metálicos, 17 mil de vidrios y 12 mil de madera. Unas cifras absolutamente insignificantes en comparación con el consumo actual (Figura 7).

Hoy en día se consumen 2,1 Mt de envases de vidrio para fines alimentarios, 1,5 millones de envases de plásticos y 1,5 millones de papel/cartón. Las bolsas utilizadas en nuestras compras suponen hoy en día un ítem en términos relativos menor, sin embargo, representan una cantidad similar a todos los envases y embalajes consumidos en 1960.

**Figura 7**

Consumo de envases y embalajes en España. a) Miles de toneladas. b) Porcentaje.



Fuente: ver anexo metodológico.

Este proceso de transformación en términos relativos representa el mayor crecimiento de los ítems estudiados en este trabajo y es algo que guarda relación con lo ocurrido en otros países industrializados. A modo de ejemplo, en Europa se consumía en 1972 unas 80 millones de



latas. En 1981 el consumo ascendía a unas 2.000 millones (Fernández-Campa, 1987). En 2010 eran más de 50.000 millones.

Aunque obviamente muchos envases se producirían de manera artesanal y casera y escaparían a las estadísticas trabajadas aquí, no cabe duda de que la utilización actual y masiva de envases de un solo uso contrasta con la economía tradicional de los 60 en la que buena parte de los envases tenían una vida mucho mayor y, en consecuencia, su producción anual era mucho más baja que en la actualidad.

Y llegamos, así, al último eslabón de la cadena agroalimentaria: los hogares. Es el elemento que recoge la mayoría de cambios relatados hasta el momento. El aumento del consumo de productos cárnicos, el abandono del consumo local y de temporada así como la adquisición de productos de otras partes del mundo obliga a la adquisición de electrodomésticos para su conservación o cocinado, lo que implica mayores consumos de electricidad y combustible.

Existen dos grandes cambios que afectan al consumo de energía en los hogares y que tienen una causa común: el aumento del número y tipo de electrodomésticos. Estos productos consumen mayores cantidades de energía y a su vez requieren mucha energía para su producción.

A principios de los 60 solo uno de cada tres hogares en España tenía nevera eléctrica, según el anuario del mercado español de Banesto (1965). En 1985, ya era un 91% (Banesto, 1985) y en la actualidad alcanza casi el 100% (INE, 2008). Así, el parque de frigoríficos ha pasado de poco más de dos millones a más de 18 millones. Salvo la cocina, que ya estaba presente en la mayoría de los hogares de 1960 y sigue estando presente hoy, otros muchos electrodomésticos han crecido con mayor profusión. De los que tenemos datos, como las batidoras eléctricas o los lavavajillas, el incremento ha sido espectacular, sobre todo desde 1985. En una primera fase parece que se expandieron aquellos más necesarios (frigorífico, cocina) y desde esa fecha han crecido otros muchos auxiliares (microondas, exprimidores, etc.) (Tabla 3).

**Tabla 3**  
Número de electrodomésticos

	1960	1985	2010
Microondas	-	-	15.461.557
Robot de cocina	-	-	2.043.457
Batidora	2.280.000	5.615.914	14.900.962
Exprimidor eléctrico	-	-	9.584.357
Tostador o sandwichera	-	-	11.609.730
Frigorífico	2.128.000	9.103.376	18.065.608
Lavavajillas	-	629.542	7.866.406
Horno	-	-	15.967.900
Campana extractora	-	-	14.810.544
Congelador independiente	-	-	4.593.258
Cocina	7.296.000	9.093.383	17.902.855

Fuente: Banesto (1965, 1985) e INE (2008).

“-“: no disponible, aunque su número debía ser muy escaso.

En cualquier caso, este gran auge ha significado un gran aumento del consumo de electricidad y otro tipo de energías como el gas para el cocinado dentro de las casas. A mediados del siglo pasado seguía habiendo una alta dependencia de la leña y el carbón para cocinar. A finales de los años 60 el 41% de las cocinas de España seguían siendo de carbón o leña, mientras que un 52% eran de butano (Banesto, 1969).

El cocinado en la España de 1960 seguía dependiendo ampliamente del uso de energías tradicionales como la leña y el carbón vegetal, principalmente en las zonas rurales, que albergaban aún el 50% de la población, unas 15 millones de personas.

#### **4. Los consumos energéticos del SAA español.**

La gran transformación descrita en toda la cadena agroalimentaria, caracterizada por el creciente uso de insumos y procesos industriales mecanizados, ha generado un crecimiento inusitado de la demanda energética, tanto en forma de consumo directo como indirecto para producir los bienes, edificios o insumos utilizados por el SSA. El objetivo principal de este trabajo era el de proporcionar una estimación de estas variables. En las siguientes páginas exponemos los principales resultados de la estimación del consumo de energía entre 1960 y la actualidad.

##### **4.1. Una panorámica macro**

En términos de energía primaria total, incluyendo los costes indirectos del sector<sup>7</sup>, el SAA español consumió en 1960 unos 181,4 PJ. Quince años después, en 1980, el consumo se multiplicó por 5,5 ascendiendo a 986,3 PJ. En el año 2010 llegó a 1.854,9 PJ, o lo que es lo mismo, 10,2 veces más del consumo de 1960. En términos de crecimiento relativo la gran transformación tuvo lugar entre 1960 y 1985, sin embargo, en términos de crecimiento absoluto el incremento ha sido incluso mayor en los últimos 25 años, aumentando en casi 1.000 PJ (Tabla 4).

Estas cifras traducen en términos de demanda energética el gran cambio social y económico descrito en las páginas precedentes. Merece la pena analizar más detalladamente los resultados. En 1960, cuando la demanda energética era aun relativamente baja, el sector agrario aparecía como el mayor consumidor de energía con un 25,5% del total de los consumos del SAA. Había pasado de 46,3 PJ a casi 350 PJ, entre 1960 y 1985, esto es, se había multiplicado por 7,5. Salvo en el caso de los envases, que partían de un consumo insignificante, el sector agrario fue el eslabón de la cadena que más creció durante este período, lo que hizo que en 1985 su participación en los consumos totales fuera incluso mayor, superando el 35%. Las demás actividades agroalimentarias crecieron también a un ritmo alto. De hecho, el sector residencial, la parte de la cadena que menos creció relativamente, casi se multiplicó por 3.

---

<sup>7</sup> Recordamos que por costes indirectos nos referimos a los costes asociados a la producción de los insumos utilizados por el SAA, sean o no productos energéticos.

Dicho de otra forma: la primera parte de la expansión de la cadena agroalimentaria, en términos energéticos, se debió en buena medida a la creciente utilización de insumos en la agricultura, esto es a la incorporación de las tecnologías propias de la llamada “Revolución Verde”. Un 38% de los nuevos consumos de energía del SAA los realizó el sector agrario entre 1960 y 1985.

La otra gran actividad consumidora de energía fue el transporte, que en 1960 ya representaba el 20% del consumo total del SAA. Entre esa fecha y 1985 se multiplicó por 6,1, de manera que aumentó su participación hasta un 25,2%. Solo el transporte y la agricultura, consumían más del 60% del total en 1985.

La segunda fase estudiada, entre 1985 y 2010, muestra unas características diferentes: el crecimiento de la agricultura se moderó sustancialmente, de hecho, fue la actividad que en términos relativos menos lo hizo durante tal período, multiplicándose por 1,3. Los consumos del transporte, debido al proceso globalizador de la alimentación de los españoles, se duplicó, haciendo que en 2010 se convirtiese en la actividad más consumidora de energía de todo el SAA. Su consumo asciende a 479 PJ, 2,6 veces más que los consumos de todo el SAA en 1960. En esta segunda fase también destaca el crecimiento de la demanda de energía en los hogares para fines alimentarios, que se ha multiplicado por 2,5, pasando de 123,8 PJ a 307,7 PJ. Es, hoy en día, la tercera fuente de consumo de energía tras los transportes y la agricultura. La industria, el comercio y los envasados, han crecido de manera constante desde 1960. De hecho, el consumo de cualquiera de estas actividades es hoy superior al de toda la cadena en 1960. Representan entre un 10-13% del total.

Observamos pues, dos fases muy claras en la evolución registrada desde los años sesenta: una primera fase, en la que la industrialización de la agricultura tuvo un impacto muy notable en el consumo agregado de energía del conjunto del SAA; y una segunda fase, en la que, tras moderarse el crecimiento de la agricultura, el protagonismo correspondió a los otros eslabones de la cadena, especialmente al transporte y al consumo de los hogares. La estructura interna del consumo energético en el SAA ha cambiado, pues, desde los años sesenta. A primera vista, la moderación del consumo ocurrida en la agricultura podría achacarse a incrementos en la eficiencia; esto es cierto, pero sólo en parte. Se debe también al abandono de la actividad agraria (véase la tabla 1). En cualquier caso, que la agricultura, la parte tradicionalmente más visible de la alimentación de cualquier país esté estabilizando sus consumos no ha sido óbice para que el resto de la cadena siga creciendo. De hecho de los 1.855 PJ consumidos hoy por todo el sector, solo 449 PJ pertenecen al sector agrario. Dicho de otra forma: en el resto de actividades se concentran los principales retos que debe afrontar el futuro de un SAA sustentable en términos energéticos.

Los datos hasta aquí presentados se expresan en energía primaria total, esto es, en valores calóricos en origen de todos y cada uno de los ítems que componen la cadena agroalimentaria, incluyendo también los costes indirectos provocados por el uso de otros bienes no energéticos. Es la suma agregada de todos los consumos de energía, incluyendo renovables y no renovables. Es posible, por tanto, desagregar este indicador macro.

**Tabla 4**

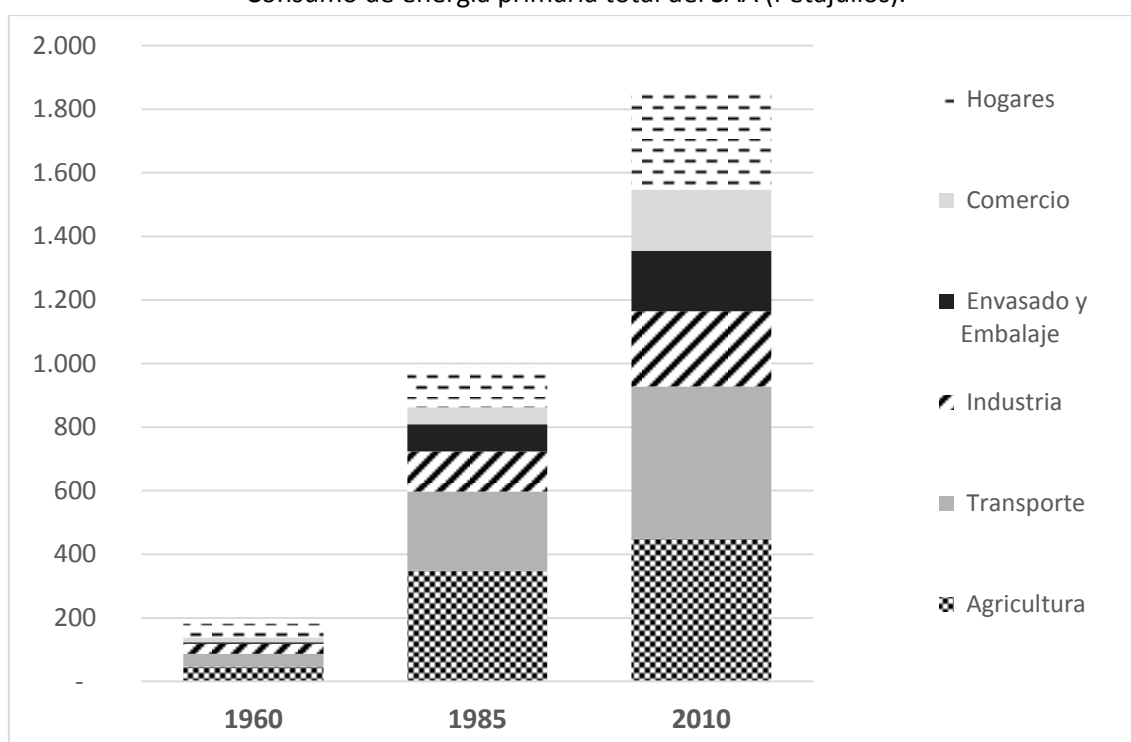
Consumo de energía primaria total del SAA.

	Petajulios			Porcentaje			Crecimiento		
	1960	1985	2010	1960	1985	2010	1960/ 1985	1985/ 2010	1960/ 2010
Agricultura	46,3	348,7	449,1	25,5	35,3	24,2	7,5	1,3	9,7
Transporte	40,5	248,8	479,0	22,3	25,2	25,8	6,1	1,9	11,8
Industria	31,5	126,1	235,9	17,4	12,8	12,7	4,0	1,9	7,5
Envasado	4,9	85,7	190,4	2,7	8,7	10,3	20,3	2,2	45,1
Comercio	14,5	53,3	192,9	8,0	5,4	10,4	3,7	3,6	13,3
Hogares	43,7	123,8	307,7	24,1	12,6	16,6	2,8	2,5	7,0
<b>Total</b>	<b>181,4</b>	<b>986,3</b>	<b>1.854,9</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>5,5</b>	<b>1,9</b>	<b>10,3</b>

Fuente: ver anexo metodológico.

**Figura 7**

Consumo de energía primaria total del SAA (Petajulios).



Fuente: ver anexo metodológico.

Los datos hasta aquí presentados se expresan en energía primaria total, esto es, en valores calóricos en origen de todos y cada uno de los ítems que componen la cadena agroalimentaria, incluyendo también los costes indirectos derivados del uso de otros bienes no energéticos. Es la suma agregada de todos los consumos de energía, incluyendo renovables y no renovables. Presentamos ahora los resultados desagregados según el origen de la energía en renovables y no renovables.

La figura 6 detalla el origen de las fuentes en cada actividad y año estudiado. Salta a la vista que los consumos provienen principalmente de fuentes no renovables y que esta es una tendencia que ha ido aumentando con el tiempo. Si en 1960 un 32% del consumo energético total provenía de renovables, en 2010 esta proporción ha bajado al 12%. Es cierto que el consumo total ha aumentado, pasado de 58,5 PJ a algo más de 226,0 PJ, sin embargo, en términos relativos su participación es cada vez más pequeña.

La aportación energética renovable proviene de tres tipos de fuentes: en primer lugar, de la biomasa contenida en los piensos y semillas importados; en segundo lugar, de otro tipo de biomasa, principalmente utilizada como combustibles; y finalmente, de la electricidad producida por fuentes renovables, principalmente la hidroeléctrica (Tabla 5).

**Tabla 5**  
Consumo de energía primaria renovable por parte del SAA según fuente.

	TJ			%		
	1960	1985	2010	1960	1985	2010
Semillas y Piensos	9.261	56.524	151.808	15,8	59,1	67,2
Otra biomasa	42.990	21.231	25.102	73,5	22,2	11,1
Electricidad	6.260	17.950	49.118	10,7	18,8	21,7
<b>Total</b>	<b>58.511</b>	<b>95.704</b>	<b>226.028</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: ver anexo metodológico.

En 1960 la biomasa para combustible suponía el 73,5% de los consumos del SAA, siendo el tipo de uso de energía renovable más consumido. Esto se debe al hecho de la alta dependencia que aún tenía la economía española en energías tradicionales. A medida que la transición energética avanzó la biomasa como combustible ha decrecido tanto en términos absolutos como relativos, pasando a suponer apenas un 11,1% en 2010.

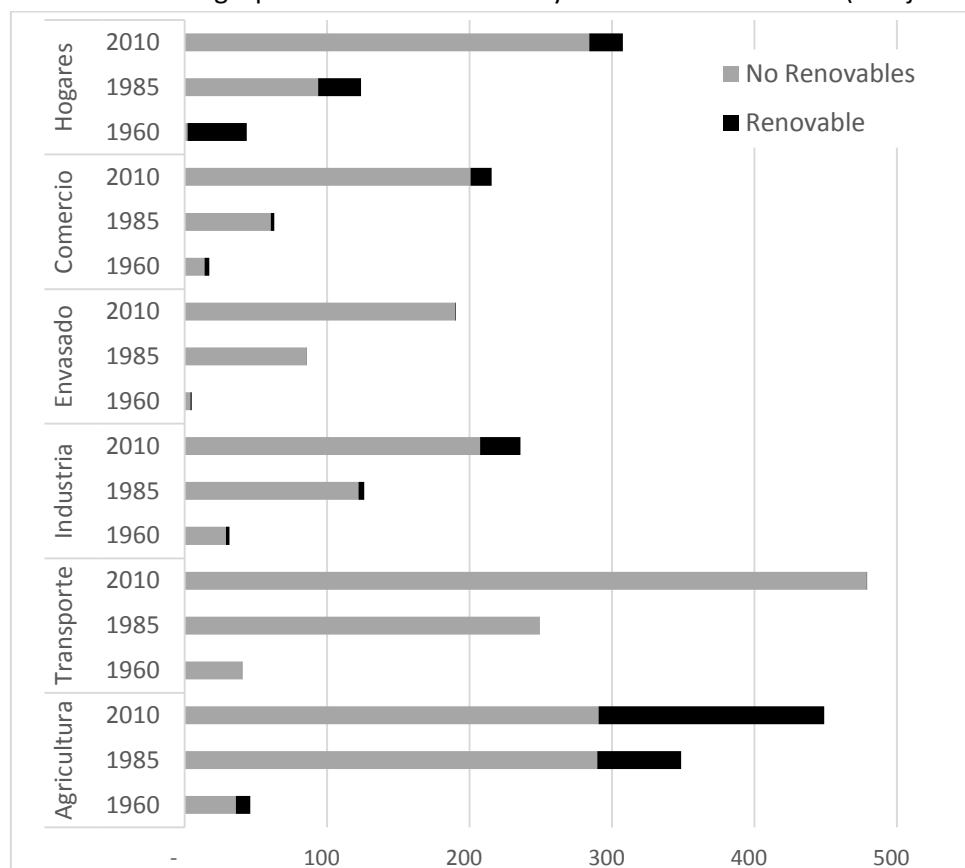
En tal proceso de cambio las semillas y los piensos, valorados por el contenido calórico de los productos importados de otros países, han pasado de suponer un 15,8% en 1960 a un 67,2% en 2010. Fruto de la creciente importación de este tipo de productos ha hecho que el consumo de granos extranjeros sea una parte muy relevante del SAA español en la actualidad.

El mix eléctrico ha fomentado el uso de fuentes no renovables. En 1960, en la producción de electricidad, el 84% tenía su origen en centrales hidroeléctricas y el 16% restante en centrales térmicas. En 1985, la aportación de las hidroeléctricas había caído al 26%, la nuclear suponía el 22% y el 52% restante provenía de las centrales térmicas. Dicho de otra forma, el creciente consumo de electricidad ha dependido cada vez más de fuentes no renovables. Sin embargo, el consumo absoluto y relativo de energía renovable para producir electricidad, ha crecido. Esto se debe al crecimiento tan alto en términos absolutos del consumo de electricidad total. De esta forma las renovables han pasado de suponer un 10,7% a un 21,7% sobre el total de renovables consumidas en el SAA.

Estos datos nos ayudan a comprender por qué en la figura 8 la agricultura, los hogares y, en menor medida, la industria actual, aparecen como los principales consumidores de renovables. La creciente importancia que en la agricultura española tiene los piensos importados y las semillas comerciales explica que, paradójicamente, esta fuente de biomasa y por tanto de energía renovable haya pasado del 22% en 1960 a suponer el 33% de la energía primaria consumida por el sector agrario en la actualidad. Ello es lógico, si se tiene en cuenta que este es, salvo los hogares en 1960, el sector más dependiente de la biomasa, por su propia naturaleza.

**Figura 8**

Consumo de energía primaria total renovable y no renovables del SAA (Petajulios).



Fuente: ver anexo metodológico.

La segunda actividad con alta significación en el consumo de energía proveniente de fuentes renovables es la residencial. El motivo es que en 1960 -y en menor medida después-, el cocinado dependía en buena parte de la leña y del carbón vegetal. De hecho, la mayoría del combustible utilizado para actividades alimentarias en los hogares del país provenía de estas fuentes. A finales de los 60, en pleno proceso de cambio, más de un 40% de las cocinas en España eran de carbón o leña, tal y como apuntamos más arriba (Banesto, 1965). El consumo eléctrico y de gas por los hogares era insignificante en la época. A medida que aumentó el uso de electrodomésticos, se electrificaron las casas y llegó el gas, creció la dependencia de las

fuentes energéticas no renovables. No obstante, y al contrario de lo que pudiera concluirse de la llamada “transición energética”, los combustibles tradicionales siguen teniendo un papel aún importante. Aunque resulte sorprendente, una sexta parte del total de energía final consumida en los hogares españoles proviene de la biomasa. Todavía hoy se utilizan algo más de 1000 TJ en la preparación de los alimentos (IDAE, 2011a). Este hecho, junto con la participación cada vez más destacada de las energías renovables en la generación de electricidad, explica que los hogares consuman en la actualidad un 8% de energía para fines alimentarios (cocinado y electrodoméstico) proveniente de fuentes renovables.

Hemos estimado también los consumos de energía final del SAA, tal y como lo hacen las estadísticas oficiales, para obtener así un indicador comparable. Aunque obviamos la dimensión de algunas fuentes renovables como las semillas y los piensos y, por otro lado, no contamos los costes indirectos para la producción de muchos otros ítems, este sistema nos permite analizar qué parte de lo que consumen diferentes actividades en España se destina a cuestiones agroalimentarias.

Antes, pongámonos en antecedentes: en las dos últimas décadas, el consumo de energía final en España ha pasado de 2.457 PJ a 3.719 PJ. Durante ese mismo período la producción propia ha crecido a un ritmo menor. Es más, si miramos solo los combustibles fósiles la producción nacional ha caído de 519 PJ a 238 PJ, lo que hace que España sea un país altamente dependiente de terceros países (MITC, 2011). El transporte ha sido tradicionalmente la actividad más consumidora: en los últimos años ha representado de manera más o menos estable en torno a un 40% del consumo total. La industria es el segundo sector en importancia, aunque ha perdido peso relativo. En 1990 suponía un 36% de los consumos y ha caído hasta el 25% debido que el consumo total ha mantenido cierta estabilidad, con una fuerte caída desde 2007 debido a la crisis económico-financiera. Una tendencia análoga ha tenido lugar en la agricultura, aunque ésta nunca ha tenido un papel destacado en el consumo total de energía: ha caído levemente su participación relativa de un 2,93% hasta un 2,40%. Ya hemos dicho que los combustibles y la electricidad requeridos por la agricultura están hoy en niveles de 1994. Los servicios representan un 11% y los hogares, el apartado que más ha crecido, han pasado de un 6% a casi un 20%.

Desgraciadamente no podemos reconstruir totalmente el consumo por tipos de actividad para períodos anteriores a 1990<sup>8</sup>. Para 1960 y 1985 aunque tenemos el consumo de energía final total no contamos con los datos de energía final para todos los sectores pues solo se distinguen la industria y los transportes. Consideramos que el 100% de la agricultura se vincula a tal proceso<sup>9</sup>.

En la tabla 6 ofrecemos los principales resultados. En 1960 el 13,8% de los consumos de energía finales los realizaba el SAA. En 1985 esta cifra había subido al 26,6% y en la actualidad

---

<sup>8</sup> Los balances energéticos han sido reconstruidos hasta 1980 y es posible tener datos anteriores pero estos solo distinguen entre industria, transportes y otros usos diversos, de forma que no podemos saber la cantidad consumida por la agricultura o los servicios. Algunas estadísticas apuntan información al respecto y es posible, por tanto, que las fuentes originales permitan hacer tal distinción pero tal esfuerzo escapa a nuestras posibilidades.

<sup>9</sup> Aunque bien es cierto que una parte que no podemos discriminar puede estar relacionada con la producción de biocombustibles o productos agrarios no destinados a la alimentación.

asciende al 19,6%. Esto es, en las primeras fases de la industrialización del país, los sectores relativos a la agroalimentación consumieron una parte muy importante de los nuevos consumos en el país. Desde esa fecha su participación ha seguido siendo importante pero algo menor en términos relativos.

En la actualidad, además de la agricultura, más allá de la agricultura, destacan los transportes y los servicios-comercio, de los cuales una quinta parte de sus consumos son agroalimentarios. Esto es, de cada cinco unidades energéticas consumidas en España para transporte, una de ellas se debe al transporte de bienes agrarios o alimentarios. Igualmente una de cada cinco unidades energéticas consumidas por los establecimientos comerciales y el sector servicios en general se debe al SAA: hoteles, restaurantes, hipermercados, etc. son los que copan tal consumo. Una proporción algo menor en el caso de la industria (13,2%) y de los hogares (16,1%), en los que la calefacción y el agua caliente siguen siendo los procesos más consumidores de energía.

**Tabla 6**  
Consumo de energía final total en España y de su SAA (Petajulios).

	1960			1985			2010		
	Total	SAA	%	Total	SAA	%	Total	SAA	%
Transportes	226,2	26,9	11,9	650,7	165,3	25,4	1.544,9	319,9	20,7
Industria	418,5	25,9	6,2	915,2	77,3	8,4	900,8	119,0	13,2
Hogares	-	42,7	-	-	56,7	-	707,9	113,7	16,1
Servicios	-	10,3	-	-	29,8	-	409,9	82,4	20,1
Agricultura	3,6	3,6	100,0	118,6	118,6	100,0	93,3	93,3	100,0
Otros	-	-	-	-	-	-	62,3	-	-
<b>Total</b>	<b>793,4</b>	<b>109,4</b>	<b>13,8</b>	<b>1.684,5</b>	<b>447,6</b>	<b>26,6</b>	<b>3.719,0</b>	<b>728,2</b>	<b>19,6</b>

Fuente: ver anexo metodológico.

El 19,6% del uso total de energía final tiene lugar en las actividades agroalimentarias, dicho de otra forma, en alimentarnos o en producir y manipular los alimentos. Este hecho nos invita a pensar que cualquier estrategia para la sostenibilidad energética en el país debe prestar una atención especial a la alimentación. Por lo general, los planes gubernamentales para la reducción del consumo de energía se trazan de acuerdo con la distribución sectorial recogida en la tabla 6<sup>10</sup>, pero no prestan atención a enfoques transversales o intersectoriales como el agroalimentario, que abordan de manera integral todos los aspectos involucrados en el proceso de alimentación, esto es, en el consumo endosomático de los españoles. Un cambio en las pautas alimentarias tiene efectos directos sobre actividades tan diversas como la industria, los transportes o los hogares. Por poner un ejemplo, una dieta más vegetariana o con un consumo menor de carne y productos lácteos implica una menor importación de piensos animales (reducción en transporte), una caída de insumos en su procesamiento y comercialización (reducción en logística para conservación, especialmente en energía para

<sup>10</sup> Véanse, en este sentido, los planes para el ahorro y la eficiencia energética diseñado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE, 2011b).

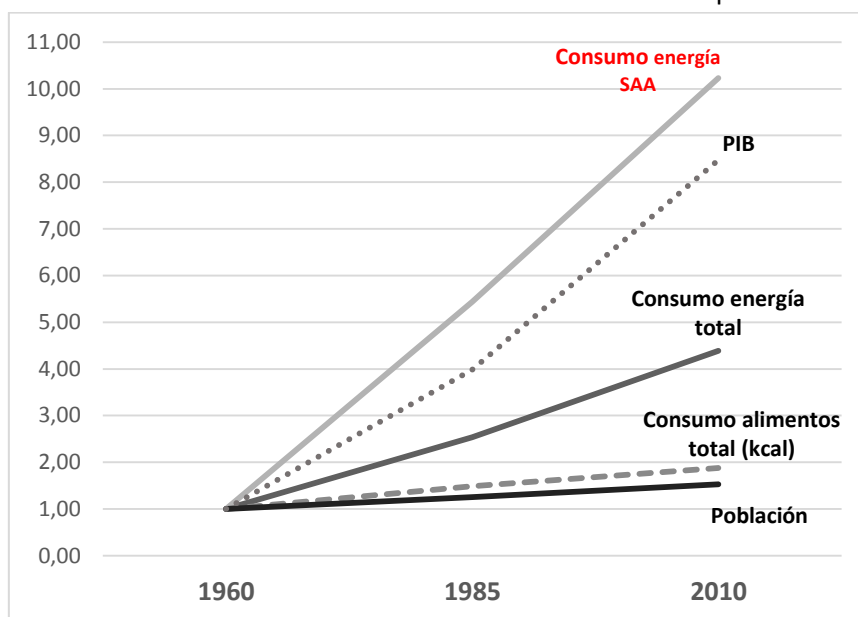


refrigeración), en la ganadería que vería reducido el volumen de sus insumos y de sus impactos sobre el medio ambiente y, también, en los hogares: el gasto en la preparación y conservación de alimentos es mayor en una dieta cárnica (Kramer, 1996). Valga esta propuesta como ejemplo del potencial que otras medidas podrían tener para la reducción transversal del consumo de energía: el fomento del etiquetado y de los productos de kilómetro cero, de la agricultura ecológica, del consumo de alimentos de temporada, etc. Urge un análisis de los escenarios futuros de la alimentación española y del impacto que tendrían en la reducción del consumo de inputs energéticos que, a su vez, implican crecientes emisiones de CO<sub>2</sub> o fuerte dependencia económica de países foráneos.

No cabe duda, en el último medio siglo hemos asistido a grandes transformaciones en la economía española, entre las cuales ocupa un lugar muy destacado el cambio en la manera en que se alimentan los españoles. Entre 1960 y 2010 la población se ha multiplicado por 1,53, el consumo de alimentos totales por 1,88, el consumo de energía total por 4,38, el PIB por 8,48. El consumo de energía del SAA se ha multiplicado por 10,23, mucho más que la población, mucho más que los alimentos que consumimos y más del doble que el consumo de energía total (Figura 9). En 1960, la alimentación española era suficiente para atender las necesidades domésticas según los datos de FAO y más saludable que la actual, no en vano convirtió a la generación que se alimentó durante tal período en una de las más longevas del planeta. Hoy en día, España es uno de los países con más obesidad infantil en todo el mundo (Pérez-Farinós et al., 2013). Además de crear graves problemas alimentarios hemos creado un sistema adicto a las energías fósiles, un recurso deficitario en España y nuestro SAA causa impactos muy relevantes en terceros países, subordinando a las necesidades de la ganadería intensiva española, de la industria de procesamiento de productos ganadero y a la gran distribución, vastas superficies de tierra fértil para la producción de ingentes cantidades de maíz y soja para alimentación animal (Witze y Noleppa, 2010).

**Figura 9**

Evolución de varios indicadores del cambio económico en España. 1960=1.



Fuente: ver anexo metodológico.

## 4.2 Análisis sectorial

Una vez presentados los principales resultados del trabajo queremos hacer un breve recorrido por las principales actividades consumidoras de energía en el SAA, analizando con más detalle los factores de consumo más relevantes dentro de cada una de ellas.

Empezamos brevemente por la agricultura, el sector más consumidor hasta 2010. Como venimos apuntando ya contábamos con un trabajo previo que había analizado los balances de energía de la agricultura española para la segunda mitad del siglo XX (Carpintero y Naredo, 2006). Como el objeto de estudio y la perspectiva metodológica utilizada en nuestro trabajo es distinta, hemos realizado una estimación propia. Los resultados, empero, muestran una tendencia análoga.

La tabla 7 muestra las partidas que hemos tenido en cuenta en este estudio y que se corresponden con lo que Carpintero y Naredo (2006) llamaron en su trabajo “inputs de fuera del sector”. Los resultados agregados muestran una pauta análoga (Figura 10a). Es más, si unificamos ambas series, la línea resultante es totalmente coherente (Figura 10b), mostrando un fuerte crecimiento entre 1950 y 1980, seguido por un crecimiento menor y una estabilidad final hasta 2010. Algo, insistimos, propio del sector agrario de otros países industrializados (Outlaw et al., 2005). En cualquier caso, y para los interesados en la comparación más en detalle de los datos de Naredo y Carpintero con los nuestros, aportamos información acerca de la manera en que hemos realizado nuestros cálculos; ello servirá, de paso, para destacar de nuevo la relevancia de fijar las fronteras para un estudio como el que abordamos y utilizar unas fuentes u otras, unos coeficientes u otros.

Aunque las tendencias en ambos trabajos son similares, nuestro trabajo muestra valores algo superiores en el caso de los combustibles y algo menores para el caso de la electricidad. Esto puede deberse a la fuente utilizada así como el factor de energía aplicado para calcular el coste energético total del consumo de ambos “portadores de energía”. En el caso de los fertilizantes, nuestros datos son algo menores porque hemos tomado otros conversores y porque los hemos adaptado al contexto histórico en cada caso. Por otro lado, nuestro trabajo añade los costes de las estructuras utilizadas en los cultivos forzados. Finalmente, el criterio de tratar los piensos y las semillas de fuera del sector es diferente: para ellos, obviamente todo pienso compuesto proviene de fuera del sector agrario –algo congruente con sus límites- sin embargo, para nosotros, el pienso compuesto que proviene de la agroindustria española no es un input de fuera del sector, pues nuestro sector es el agroalimentario. Así, no podemos contabilizar esta parte y solo contamos las semillas y piensos importados de fuera del país como inputs. Las diferencias, pues, no son necesariamente resultado de errores de cálculo, sino del establecimiento de distintas fronteras para realización del estudio, que obliga a contabilizar ítems diferentes, y de la aplicación de nuevos coeficientes más actualizados que la literatura proporciona cada cierto tiempo.

**Tabla 7**

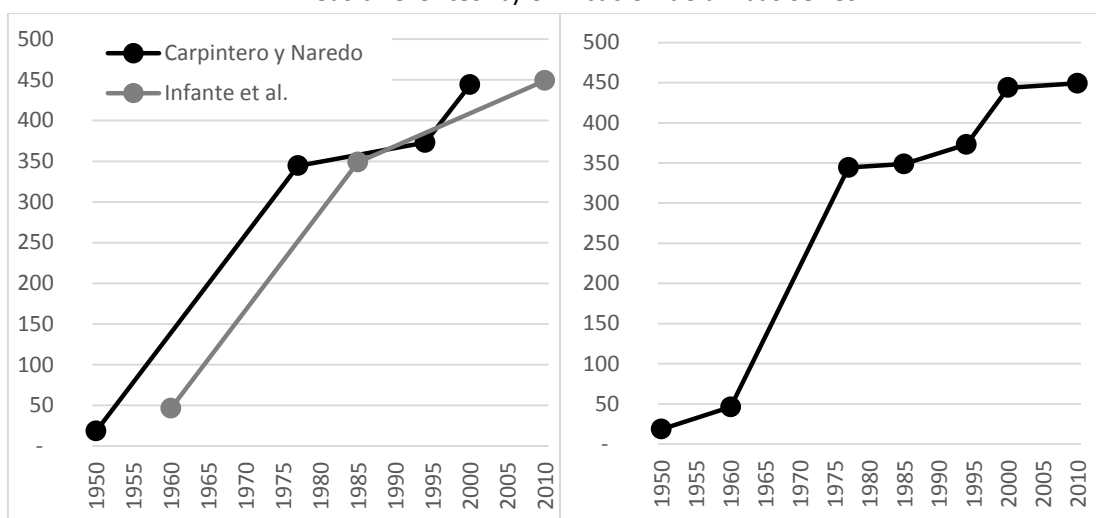
Consumo de energía primaria de la agricultura española. Comparativa de los resultados de nuestro trabajo con los de Carpintero y Naredo (2006).

	Infante et al.			Carpintero y Naredo (2006)			
	1960	1985	2010	1950-51	1977-78	1993-94	1999-00
Electricidad	1.811	27.480	45.766	2.196	10.201	52.745	69.105
Carburantes	3.213	138.927	98.511	3.766	110.528	83.503	93.971
Fertilizantes	27.251	72.426	61.844	10.277	74.656	82.111	107.399
Maquinaria	523	9.853	12.008	465	12.153	23.304	25.270
Tratamientos	1.265	21.434	24.952	1.812	7.968	8.543	10.174
Cultivos Forzados	220	3.157	6.625	-	-	-	-
Semillas	2.136	286	8.239	-	-	-	7.406
Pienso	9.832	75.100	191.176	-	128.913	122.748	130.525
<b>Total</b>	<b>46.250</b>	<b>348.664</b>	<b>449.121</b>	<b>18.517</b>	<b>344.420</b>	<b>372.953</b>	<b>443.850</b>

Fuente: ver anexo metodológico.

**Figura 10**

Consumo de energía primaria de la agricultura española. Comparativa de los resultados de nuestro trabajo con los de Carpintero y Naredo (2006). a) Las dos series representadas en líneas diferentes. b) Unificación de ambas series.



Fuente: ver anexo metodológico.

**Tabla 8**

Consumo de energía primaria del SAA desagregado por actividades.

	TJ			%		
	1960	1985	2010	1960	1985	2010
<b>Agricultura</b>	<b>46.250</b>	<b>348.664</b>	<b>449.121</b>	<b>25,50</b>	<b>35,35</b>	<b>24,21</b>
Fertilizantes	27.251	72.426	61.844	15,03	7,34	3,33
<i>Nitrógeno</i>	18.773	58.696	52.324	10,35	5,95	2,82
<i>Fósforo</i>	7.811	10.804	6.489	4,31	1,10	0,35
<i>Potasio</i>	667	2.927	3.030	0,37	0,30	0,16
Maquinaria	523	9.853	12.008	0,29	1,00	0,65
Fitosanitarios	1.265	21.434	24.952	0,70	2,17	1,35
Combustibles	3.213	138.927	98.511	1,77	14,09	5,31
Electricidad	1.811	27.480	45.766	1,00	2,79	2,47
Piensos importados	9.832	75.100	191.176	5,42	7,61	10,31
Semillas importadas	2.136	286	8.239	1,18	0,03	0,44
Cultivos Forzados	220	3.157	6.625	0,12	0,32	0,36
<b>Transporte</b>	<b>40.518</b>	<b>248.837</b>	<b>478.958</b>	<b>22,34</b>	<b>25,23</b>	<b>25,82</b>
Total Interior	40.048	233.539	386.317	22,08	23,68	20,83
<i>Interior Carretera</i>	38.908	230.306	380.891	21,45	23,35	20,53
<i>Interior Ferrocarril</i>	1.068	1.124	390	0,59	0,11	0,02
<i>Interior Hogares (Coche)</i>	72	2.109	5.036	0,04	0,21	0,27
Total Internacional	470	15.299	92.640	0,26	1,55	4,99
<i>Internacional Mar</i>	271	7.527	17.398	0,15	0,76	0,94
<i>Internacional Carretera</i>	147	4.280	47.541	0,08	0,43	2,56
<i>Internacional Aviación</i>	51	3.492	27.702	0,03	0,35	1,49
<b>Industria</b>	<b>31.472</b>	<b>126.065</b>	<b>235.878</b>	<b>17,35</b>	<b>12,78</b>	<b>12,72</b>
Insumos	30.380	122.814	230.872	16,75	12,45	12,45
Edificación	1.092	3.251	5.006	0,60	0,33	0,27
<b>Envasado y Embalaje</b>	<b>4.946</b>	<b>85.680</b>	<b>190.401</b>	<b>2,73</b>	<b>8,69</b>	<b>10,26</b>
Papel y Cartón	2.359	12.468	27.707	1,30	1,26	1,49
Metal	1.341	4.335	9.633	0,74	0,44	0,52
Plástico	481	53.510	118.912	0,27	5,43	6,41
Corcho	0	4	8	0,00	0,00	0,00
Vidrio	551	14.964	33.253	0,30	1,52	1,79
Madera	214	-	-	0,12	-	-
Bolsas de plástico	-	400	888	-	0,04	0,05
<b>Comercio</b>	<b>14.468</b>	<b>53.289</b>	<b>192.902</b>	<b>7,98</b>	<b>5,40</b>	<b>10,40</b>
Puntos de venta	9.956	28.193	54.405	5,49	2,86	2,93
Hostelería	4.512	25.096	138.497	2,49	2,54	7,47
Edificación	2.878	9.672	22.747	1,59	0,98	1,23
<b>Hogares</b>	<b>43.707</b>	<b>123.810</b>	<b>307.673</b>	<b>24,10</b>	<b>12,55</b>	<b>16,59</b>
Cocina	42.373	36.325	91.803	23,36	3,68	4,95
Electrodomésticos (insumos)	950	85.781	208.235	0,52	8,70	11,23
Electrodomésticos (producción)	383	1.705	7.635	0,21	0,17	0,41
<b>TOTAL SAA</b>	<b>181.362</b>	<b>986.346</b>	<b>1.854.932</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fuente: ver anexo metodológico.

Una vez hecha tal aclaración, podemos observar los con más detalle los consumos de energía desagregadas (Tabla 8). Siguiendo con la agricultura, podemos ver que el ítem más relevante

en 1960 era la fertilización, que requería grandes cantidades de energía para su fabricación, principalmente en el proceso de síntesis del amonio para obtención de nitrógeno. En ese año solo el uso de nitrógeno implicaba más del 10% del total de insumos energéticos del SAA y, por supuesto, era el consumo agrario más relevante. En la actualidad, debido al estancamiento en el uso de fertilizantes así como a la aparición de métodos más eficientes para sintetizar el producto, este ha caído hasta representar menos del 3% de los consumos totales. Sin embargo, en la agricultura, otros muchos ítems han subido sustancialmente: los combustibles, la electricidad pero, sobre todo, los piensos importados. La gran cantidad de alimentos animales traídos de otros países llevan una mochila energética formidable que hay que añadir a su contenido intrínseco, derivada tanto del transporte como de la producción en los lugares de origen. Hoy en día solo los piensos suponen más del 10% de los consumos de todo el SAA. Hemos pasado, en términos relativos, del nitrógeno como elemento más significativo, a los piensos. Es preciso recordar que en términos absolutos la mayoría de las partidas han seguido creciendo.

El siguiente gran apartado es el transporte. Decíamos en la introducción que aunque intuitivamente pensamos que la gran cantidad de productos importados es la que genera grandes consumos de energía, lo cierto es que el transporte internacional apenas supone hoy en día, momento en el que mayor importancia ha tenido, un 4,99% del consumo total. En cambio, el transporte interior alcanza el 20,53%, habiendo sido a lo largo de todo el período de estudio la variable más importante de todo el SAA y el transporte por carretera de mercancías su apartado más destacado. El motivo de tan abultada cifra es que el consumo de energía, medida en tm-km transportada en camiones o furgonetas, es mucho mayor que la energía consumida por los barcos, medio por el que llegan la mayor parte de las importaciones. Como sosteníamos, el problema del transporte no es la importación *per se*, sino la red de redistribución interna de mercancías que lleva asociada. A lo largo de todo el período estudiado se mantiene la misma pauta: algo más de una de cada cinco unidades energéticas consumidas (energía primaria total) del SAA, se ha debido al transporte interno de alimentos y productos agrarios.

La industria suponía un porcentaje algo mayor en 1960 (17,35%) que en 1985 (12,72%). En cualquier caso, su principal fuente son los consumos directos de carburantes y electricidad. En este trabajo hemos estimado el coste de energía asociado a la construcción, mantenimiento y demolición de las edificaciones industriales, pero apenas representan un 3% del consumo de la industria. Por cierto, es posible analizar la energía final utilizada por la industria agroalimentaria según la fuente de energía. La transición que ha vivido es análoga a la del resto de la economía: tránsito de un sector basado en el carbón (1960), a otro basado en el petróleo (1985), hasta la actualidad, completamente dependiente de la electricidad y el gas. La industria siempre fue el principal consumidor de energía en las economías desarrolladas hasta finales del XX, cuando empezó a expandirse en el transporte y en los hogares. Por este motivo, la transición descrita en la industria agroalimentaria es similar a la seguida por la economía en su conjunto: del carbón al petróleo y, finalmente, al gas y la electricidad.

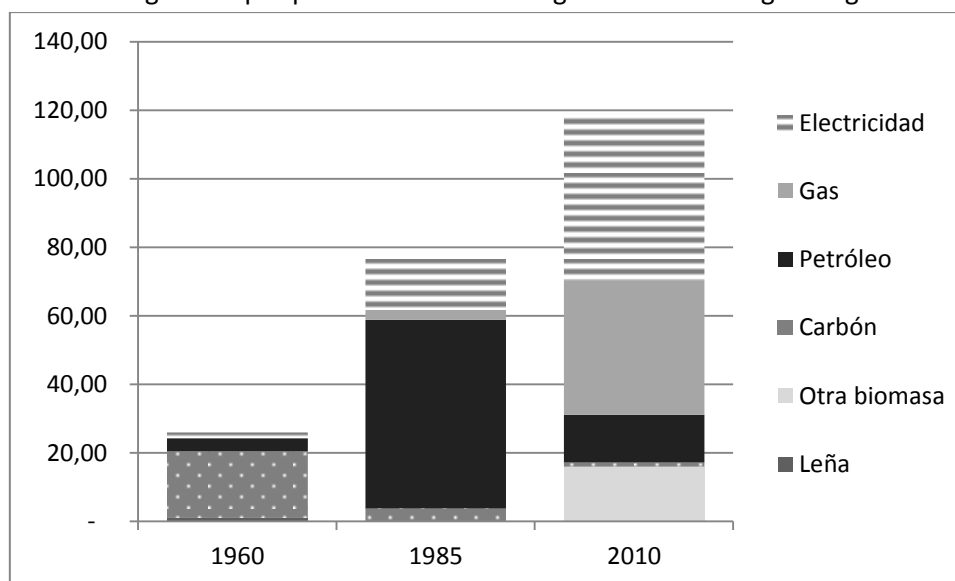
Un pauta similar se evidencia en el caso de los comercios: su porcentaje ha estado entre el 5 y el 10% del total y principalmente se explica por la demanda de carburantes y electricidad, aunque en este caso, el coste asociado a sus instalaciones es mayor en proporción que en el

caso de la industria: los comercios tienen menores demandas de energía final en comparación con las industrias.

El envasado ha pasado de suponer solo un 2,73% en 1960 al 10,26% en la actualidad. En 1960 destacaban los envases de papel-cartón y de metal que copaban, respectivamente, el 48% y el 27% de los consumos de energía del sector del envasado. Hoy en día son los plásticos, que suponen un 6,41% del total y un 62% del sector de envasado y, en menor medida el vidrio y el papel-cartón.

**Figura 11**

Consumo de energía final por parte de la industria agroalimentaria según origen de la fuente.



Fuente: ver anexo metodológico.

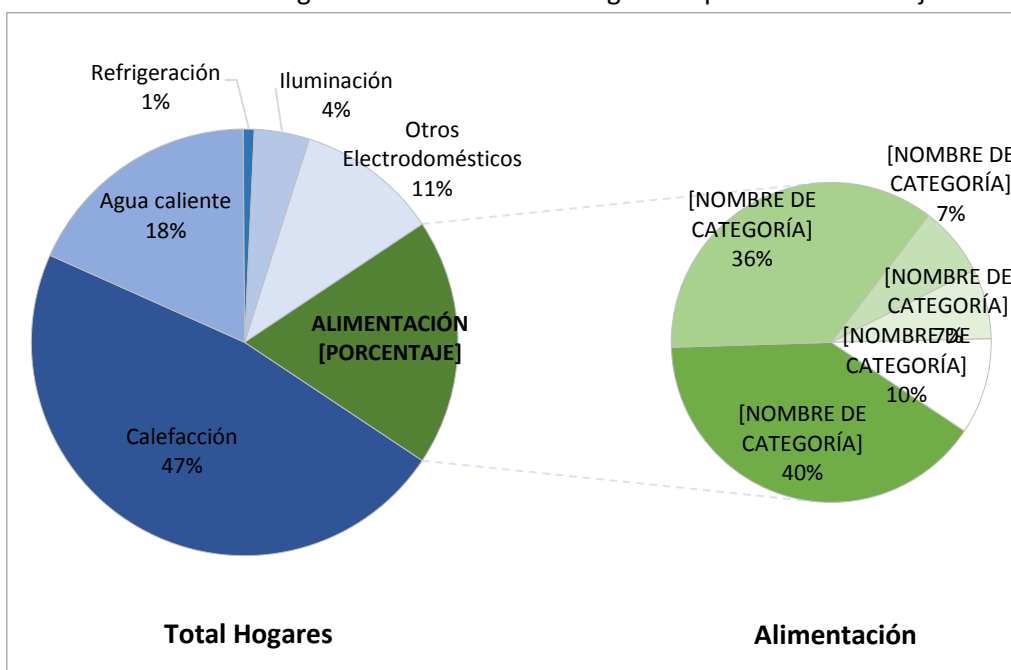
Finalmente en el caso de los hogares podemos observar que un 19% del consumo de energía final total de los hogares está relacionado con la alimentación (Figura 12). La mayor parte del consumo total se debe a la calefacción (47%), el agua caliente (18%), electrodomésticos no utilizados en la alimentación (11%) y la iluminación (4%). Dentro de la alimentación la cocina (40% del consumo vinculado a la alimentación) y el frigorífico (36%), suponen las partidas más importantes, seguidas por el horno (10%), el congelador (7%) y el lavavajillas (7%).

En 1960 apenas había electrodomésticos y el consumo en los hogares de electricidad y gas era muy reducido, sin embargo, la mayoría de las cocinas eran de carbón y leña, lo que hizo que el consumo de energía total para cocinado fuese incluso mayor en 1960 que en 1985, pasando de 42 PJ a 36 PJ. ¿A qué se debe esto? A que la leña y el carbón eran mucho más utilizadas en 1960 y su eficiencia termoenergética es muy limitada: apenas del 8%. Esto significa que cada vez que quemamos leña o carbón para cocinar perdemos una parte muy importante de la energía. Sin embargo, las nuevas cocinas son mucho más eficientes pues la mayor parte del calor que desprenden es utilizada. Se da la paradoja, pues, de que en 1960 se consumía por este concepto una gran parte de la energía (el contenido en energía de la leña o carbón utilizado) aunque, en su uso final, la cantidad utilizada fuera mucho menor por su baja eficiencia. En 1960 solo el consumo de leña para cocinado suponía un 23,36% de los consumos

totales del SAA. Hoy ha bajado al 4,95%, aunque, aun así, el consumo en términos absolutos ha crecido, de hecho, se ha duplicado. Esto significa que si los nuevos sistemas son más eficientes y consumimos para cocinar una cantidad de energía primaria mucho mayor, la energía finalmente utilizada se ha disparado en los hogares.

**Figura 12**

Consumo de energía final en 2010 en los hogares españoles. Porcentaje.



Fuente: ver anexo metodológico.

## 5. Conclusiones

El principal objetivo de este trabajo era el de reconstruir los consumos de –diferente formas de- energía por parte del SAA español. La hipótesis de partida derivaba de la evidencia del creciente consumo de inputs y capital de las actividades relacionadas con la producción y gestión de alimentos en nuestro país desde 1960 hasta la actualidad, sin tener ninguna evidencia en firme al respecto.

Los resultados más relevantes nos informan de que el consumo de energía en toda la cadena agroalimentaria se ha multiplicado por 10,6. Lo ha hecho a un ritmo muy superior que el consumo de energía total, que la población, que el consumo total de alimentos e incluso que el PIB.

Los transportes y la agricultura han sido los sectores cuyo consumo ha sido más relevante en todo el período de estudio, concentrando entre un 47-60% de los consumos totales. No obstante, destaca en el año 2010 la gran relevancia adquirida por el consumo energético de los hogares que copa el 17% de los consumos totales. En lo que respecta a consumos por

subpartidas más específicas cabe destacar el papel del transporte interior de mercancías por carretera, que ha supuesto siempre más de una quinta parte de los consumos totales. Otras, como los fertilizantes en los años 60 así como los piensos y los electrodomésticos en la actualidad, representan algo más del 10% de los consumos totales, siendo los otros ítems más relevantes energéticamente en el conjunto de la cadena agroalimentaria.

La evolución en el consumo de energía dentro de cada actividad ha sido dispar. Entre 1960 y 1985, el SAA multiplicó sus consumos por 5,4 y la agricultura lo hizo por 7,5, por encima de la media. Podemos decir que la Revolución Verde absorbió la mayor parte de los incrementos en el consumo de energía de toda la cadena en esa primera fase. Sin embargo, entre 1985 y 2010, el sector agrario ralentizó su crecimiento: multiplicó sus insumos por 1,3 mientras que toda la cadena lo hizo por 1,9. Fue el sector que menos creció en un período en el que, sin embargo, el crecimiento total de la energía consumida fue más importante que entre 1960 y 1985. Este fenómeno se explica por el hecho de que sectores como el transporte, el envasado o los hogares, mantuvieron una pauta creciente.

En definitiva, la evolución registrada por el sector agroalimentario en España desde los años sesenta se caracteriza, primero, por la industrialización de la agricultura, manteniendo hasta comienzos de los años ochenta unas pautas alimentarias semejantes a las tradicionales. Pero desde mediados de esa última década y hasta la actualidad, las transformaciones más relevantes han sido provocadas por el proceso de industrialización del suministro y distribución de alimentos, multiplicado de manera inusitada la producción de bienes y servicios entre la producción agrícola y el consumo. Los motores de estos cambios han sido muy diversos, pero podemos señalar, del lado de la demanda, el cambio en las pautas de consumo alimentario (la llamada transición nutricional), que ha dado un protagonismo mayor en la dieta a los alimentos ganaderos y otros productos fuera de temporada, provenientes a menudo de lugares muy alejados de los puntos de consumo (González de Molina et al., 2013). Del lado de la oferta, la lucha contra el deterioro de la rentabilidad agraria, mediante el incremento de la productividad de la tierra y del trabajo en los primeros eslabones de la cadena alimentaria. Ambos procesos han creado un vasto mercado para la industria y los servicios, de tal manera que hoy los agricultores captan un porcentaje cada vez menor del precio final al que se venden los alimentos. En este sentido, se puede decir que la alimentación se ha convertido en una gran oportunidad de negocio, antes que en la satisfacción de los requerimientos mínimos necesarios para el mantenimiento biológico de los españoles.

En términos de energía final consumida en el país, según nuestros resultados, una de cada cinco unidades energéticas consumidas en el total de la economía está relacionada con actividades agroalimentarias. Un porcentaje mayor que en 1960. Así pues, en nuestra opinión, la modificación de las pautas alimentarias representa una poderosa herramienta para reducir los consumos energéticos totales, en un país claramente dependiente de recursos extranjeros y cuyo uso implica una de las principales fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub> así como otro tipo de problemas ambientales. Hoy en día, fijar la mirada en el sector agrario implica obviar la mayor parte de los problemas ambientales de la agroalimentación en países desarrollados.



## Anexo metodológico

### A1. Agricultura

Existen trabajos que han cuantificado los insumos energéticos de la agricultura española en un período similar al nuestro (Carpintero y Naredo, 2006). Resultaría tentador tomar sus datos directamente. Desechamos la idea por: a) Existen nuevos trabajos sobre los costes energéticos de los insumos agrarios (Audesly et al. 1997; Fluck, 1992; Hesel, 1992; Kongshaug, 1998). b) El trabajo de Carpintero y Naredo (2006) aporta datos para 1950-51, 1977-78, 1993-94 y 1999-00, que no corresponden con nuestros años de estudio (1960, 1985 y 2010). Aunque una inferencia lineal sería una opción plausible, lo cierto es que estamos estudiando años de grandes cambios. c) En nuestra propuesta queremos disgregar diferentes formas de energía y los datos originales de los autores no nos permiten dar cuenta de ello. d) En un estudio de largo plazo queremos incorporar alguna evidencia de las mejoras en la eficiencia energética en la producción de productos como los fertilizantes.

1.1. Electricidad. Por lo general esta partida se refiere al consumo de motores fijos, principalmente para riegos. Diferentes fuentes ofrecen datos del consumo de electricidad de la agricultura española desde 1960. El Ministerio de Industria para 1960 (MI, 1960), el estudio de las Tablas Input-Output de la energía para 1985 (INE, 1991) e IDAE (2013) aportan datos para 2010.

En el apartado 7 explicamos cómo se ha estimado el consumo de energía primaria indirecta en el caso de la electricidad así como de otros combustibles fósiles.

1.2. Combustibles. Esta partida se refiere, principalmente, al consumo de carburantes de los motores, tanto fijos como móviles (tractores, cosechadoras...) así como en la calefacción de instalaciones ganaderas o en la flota pesquera. El Anuario de Estadística Agraria del antiguo Ministerio de Agricultura apunta un consumo de 59 millones de litros de petróleo para 1960, que suponen un total de 2116 TJ. Para 1985 y 2010 tomamos las mismas fuentes que en el caso de la electricidad.

1.3. Fertilización. Más allá del consumo directo de energía del que suelen dar cuenta las estadísticas oficiales, en las que solo se contabiliza la electricidad y el combustible, antes citados, otras muchas partidas requieren importantes cantidades de energía. Una de ellas es la fertilización. Existen muchos trabajos en la literatura que han aportado datos del consumo de energía para la producción y uso de fertilizantes. Uno de los más recurrentes es el de Leach (1976), utilizado por Naredo y Campos (1980), lo que lo ha convertido en un indicador muy citado en la literatura española. Ha habido otras actualizaciones como la Audsley et al. (1997) que, en los últimos años, ha sustituido a la estimación antes citada. Ofrece valores menores,

principalmente debido al efecto de la mayor eficiencia energética en la producción, especialmente en el caso del nitrógeno. Igual ocurre con nuevas bases de datos como Ecoinvent, que ofrecen valores más actualizados sobre el consumo energético de la producción de fertilizantes.

Hemos querido tomar en cuenta este hecho. Son muchos autores los que apuntan datos en esta dirección. Así, por ejemplo, Bhat et al. (1994) señala que solo entre 1979 y 1987 mejoró la eficiencia energética en la producción de N en más de un 11% y casi un 27% en el caso del P. Kongshaug (1998) aporta valores más precisos en el caso del N, distinguiendo entre tecnologías antiguas y modernas.

En la tabla A1 se detallan los datos de Audsley et al. (1997) y Leach (1976), así como nuestra estimación. Para ella hemos tomado datos de consumo actual basados en Nemecek et al. (2007). Para el caso del N hemos corregido los valores para tomar en cuenta las mejoras de eficiencia según el dato de Kongshaug (1998) y en el caso del P los de Bhat et al. (1994).

**Tabla A1**

Consumo energético de la producción de fertilizantes. MJ/kg de N,P y K puros.

	Audsley et al. (1997)	Leach (1976)	Estimación Propia		
			1960	1985	2000
N	44,3-45,6	80,39	77,31	58,71	49,77
N (Urea)	63		92,8	77,16	69,07
P	29,2	14,01	27,45	23,33	19,21
P (Escorias de Thomas)	9,6		11,79	10,02	8,25
K	5	9,01	9,63	9,63	9,63

Fuente: Leach (1976), Audsley et al. (1997), Kongshaug (1998) y Nemecek et al. (2007).

Los anuarios del Ministerio de Agricultura aportan datos de consumo de fertilizantes desde principios del siglo XX. Es posible, por tanto, reconstruir, los consumos de energía.

1.4. Tratamientos. En el caso de los tratamientos fitosanitarios como los herbicidas, plaguicidas, etc... la casuística es similar a la de los fertilizantes: para su producción y distribución se requieren importantes cantidades de energía. Aunque algunos trabajos actuales apuntan datos de consumo energético para cada tipo de tratamiento. La tabla A2 detalla los valores utilizados a los que no hemos podido en este caso deducir el factor de la eficiencia energética.

En Ministerio de Agricultura en sus anuarios aporta datos de consumo de estos productos solo en términos económicos. Sin embargo, ASEPLA, la Asociación de Empresas de Servicios Plaguicidas, ofrece datos en términos físicos para 2010. En base a ellos, hemos estimado linealmente el consumo en 1985 y 1960, infiriendo según el gasto que apunta el Ministerio. Por otro lado, el dato del ministerio es a precios constantes, así pues, ha sido necesario reactualizar el cálculo deflactando.

**Tabla A2**

Consumo energético en la producción de tratamientos. MJ/kg.

Insecticidas	351,2
Herbicidas	239,4
Fungicidas	237,7
Otros	276,1

Fuente: Nemecek et al. (2007).

1.5. Maquinaria. El consumo energético de maquinaria no solo se debe al consumo de carburantes. En su fabricación, uso, reparación, etc. se requieren altas cantidades de energía de las que la literatura ha dado cuenta.

Siguiendo el modelo de Audsley et al. (1997), entendemos que cada máquina se compone de un 95% de acero y un 5% de gomas. Por otro lado, la producción de acero implica un consumo de 27,47 MJ/kg y la de gomas un 27,5 MJ/kg (Classen, 2007), similares a los utilizados en Audsley et al. (1997). Los datos de vida media de la maquinaria que aporta la fuente son ostensiblemente bajos, dada la dimensión del censo de máquinas agrícolas en España, con un nivel de bajas muy escaso. De este hecho ya dio cuenta el MAGRAMA en el inventario de emisiones (MAGRAMA, 2013). Tal fuente aporta datos de horas de trabajo al año por tipo de máquina. Sabiendo las horas de vida útil de cada máquina recalculamos la vida medio en años de los principales grupos de maquinaria agrícola: tractores, cosechadoras y motocultores.

Los anuarios de agricultura ofrecen detalladamente datos de la maquinaria auxiliar entre 1969 (solo parcialmente para este año) y 1994. Con esta información e infiriendo linealmente según la evolución de la maquinaria de la que sí hay datos, calculamos el número de maquinaria auxiliar (un total de 26 tipos). Aportamos un dato de horas de trabajo al año y utilizamos los datos de MJ/hora de trabajo que aporta Audsley et al. (1997).

1.6. Piensos. La demanda de piensos, especialmente los compuestos, implica un elevado consumo energético. Además, revela una pauta creciente desde 1960. En nuestro trabajo solo consideraremos los piensos importados del extranjero como parte del input. Una parte relevante del consumo de los animales forma parte de la producción agraria local y, por tanto, aparece como reemplazo. En caso de realizar el balance energético de los inputs de la agricultura se podrían considerar como input los piensos compuestos de producción nacional habida cuenta que son insumos de otros sectores (el industrial). Sin embargo, este trabajo analiza los consumos de toda la cadena agroalimentaria. De tomar como insumos los piensos de producción nacional deberíamos considerar como insumos los alimentos que consume la industria agroalimentaria, los comercios, etc. Por tanto, solo consideramos como input del sector agroalimentario español aquellos productos destinados a la alimentación animal de origen foráneo.

El problema de adoptar esta perspectiva es que no existen estadísticas a tal respecto. Aunque contamos con información de la alimentación total de la ganadería en España, las estadísticas de comercio exterior no distinguen, por lo general, el destino de los granos importados. Esto es, no sabemos qué parte de la importación se destina a alimento animal. Aun así, es posible saber la importación neta de todos los productos agroalimentarios. Con ello, estimamos el porcentaje que las importaciones netas representan sobre el consumo doméstico total (humano, desechado, semillas, piensos...) y hemos aplicado el porcentaje al caso de los piensos. Esto es, sabiendo el porcentaje que supone la importación neta sobre el consumo total, suponemos que es igual en el caso de los piensos consumidos en España. Los datos proceden de FAOSTAT.

Para estimar el consumo de energía, en el caso de la biomasa, tomamos el contenido inherente del grano. Para el caso de la energía requerida para su producción tomamos el coste energético del procesamiento de los granos con los coeficientes indicados en la tabla A3. Estos productos representan entre un 83% y un 97% del total importado. Para el resto aplicamos el valor promedio de 3,67 MJ/kg.

No tomamos el coste energético del procesamiento industrial de los piensos de tales productos pues incurriríamos en doble contabilidad. La mayor parte del alimento animal que importa España no es procesado sino que es en granos u otros productos que luego se procesan en el país (MAPA, 2003). De hecho, España es en buena medida exportador neto en este tipo de productos. Se procesan en el país la mayoría de piensos y el coste energético de tal actividad está incluida en los consumos de energía por parte de la industria agroalimentaria.

**Tabla A3**

Consumo energético en la producción de productos para la alimentación animal. MJ/kg.

Cultivo	MJ/kg
Cebada	3,26
Maíz	4,24
Guisantes	3,61
Soja	2,33
Trigo	3,96
Habas	6,18
Torta de soja	3,52
Torta de palma	0,98
Torta de colza	4,93

Fuente: Nemecek et al. (2007), Jungbluth et al. (2007).

1.7. Semillas. En el caso de las semillas operamos de la misma forma que en el caso de los piensos. Tomamos únicamente aquellos importados pues el resto forman parte de reemplazos nacionales. Se aplica la misma metodología y fuentes así como los mismos conversores energéticos.

1.8. Trabajo animal. En este trabajo no contabilizaremos el coste energético del trabajo animal como ítem aparte para evitar doble contabilidad, ya que contamos por otro sitio el insumo de piensos que, de lejos, representa el principal coste relativo al manejo ganadero así como la electricidad y combustibles de todo el sector agrario.

## **A2. Transporte**

Si algo caracteriza la alimentación actual es el hecho de haber roto las rigideces territoriales de los sistemas preindustriales. El comercio de alimentos, productos agrarios y otros bienes asociados a la agroalimentación, ha crecido exponencialmente, principalmente en la segunda mitad del siglo XX. Tal fenómeno ocurre transversalmente en diferentes fases del sistema económico. En el caso del SAA, desde las importaciones de productos para el campo, transporte de productos agrarios a industrias, transporte de alimentos a comercios, de comercios a hogares, etc.

2.1. Transporte por carretera. Una de las principales vías para el transporte de alimentos es el que se realiza por carretera. Desde 1993 contamos con la “Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera”, actualmente dependiente del Ministerio de Fomento (para datos de 2010 ver MF, 2011b). Antes hubo intentos fragmentarios que derivaron en la construcción de estadísticas de transportes por carreteras, según el tipo de productos, que empezaron en 1969. El INE (1970 y 1977) publicó los resultados de las dos primeras encuestas de transporte por carreteras con datos para los años de 1969 y 1975. Unos años después, el Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones (MTTC, 1991) publicó los resultados de la tercera encuesta con datos de 1986.

Para los años citados podemos inferir la cantidad de alimentos transportados por carretera en España. Aunque la estadística distingue los abonos, no los tomamos en consideración pues el consumo energético de los mismos considerado en el apartado de agricultura incluye el coste energético total. Estimamos el transporte de 1960 y 1985 haciendo una inferencia lineal.

Solo desde 1992 se incluyó en esta estadística el transporte intramunicipal. Aunque apenas representaba un 0,55% del total, lo hemos añadido a los años que no lo tenían incluido. Por otro lado, todas las estadísticas trabajadas incluyen el comercio exterior. Como este se va a contabilizar por otro lugar, hemos decidido eliminarlo.

El consumo energético del transporte por carretera varía ampliamente según el tipo de transporte utilizado (ver tabla A4). Esto supone un problema pues aunque sabemos que los alimentos transportados tomar uno u otro tipo de transporte variará ampliamente los resultados. IDAE (2013) en el informe de consumos energéticos apunta un valor para el consumo energético de transporte por carretera y en Mendiluce y Río (2010) se estima el consumo del transporte de mercancías. Como sabemos el porcentaje de toneladas transportadas totales y las relativas al SAA, inferimos la energía final. Con este dato deducimos, según los datos de la tabla A4 el porcentaje de cada tipo de vehículo empleado.

Con esta información estimamos los costes energéticos indirectos del consumo de combustible y los de la producción y uso de los vehículos.

**Tabla A4**

Consumo energético del transporte de mercancías por carretera (MJ/t-km).

	Combustible	Total
Camiones pesados articulados	1,16	2,13
Furgonetas	23,19	33,21

Fuente: Monzón et al. (2009) y Spielmann et al. (2007).

2.2. Transporte por ferrocarril. En Infante y González de Molina (2013) no se tomó en cuenta porque apenas suponía para el año de su estudio un 1% del transporte total. Es de suponer que, en períodos anteriores podría representar un volumen mayor.

En el año 2010 según los datos del Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento (MF, 2011a) se transportaron por ferrocarril 7872 millones de tm-km de mercancías por ferrocarril. Solo el informe económico de RENFE (2010) discrimina el tipo de producto. Según estos datos apenas un 7% eran productos agroalimentarios (alimentos o abonos). Como el transporte de mercancías realizado en España no solo lo hace RENFE, hemos supuesto un porcentaje similar para el transporte por ferrocarril total. Esto es, entendemos que un 7% de las mercancías transportadas en toda España son agroalimentarias. Por cierto, el citado informe aporta datos del origen de la energía consumido en el transporte de mercancías: el consumo de diésel afectaba solo al 9%, el de electricidad al 91%.

Los anuarios del INE dan también datos del transporte de mercancías por ferrocarril para toda España. Podemos, así, estimar los datos de 1960 y 1985 para el SAA. En 1960, la memoria anual de RENFE (1960) apuntaba el porcentaje de alimentos transportado. Operamos de la misma forma que para 2010 y, así, podemos sacar la cantidad de alimentos transportados. Eran, entonces, casi un 20%. Para 1985 no tenemos el dato de porcentaje de alimentos transportados: lo extrapolamos linealmente.

Monzón et al. (2009) apunta varios datos de consumo de energía para el transporte de mercancías por ferrocarril. Es de 0,5 Mj/tm-km por el combustible total y según Spielmann et al. (2007) 0,71Mj/tm-km incluyendo todo el ciclo de vida. Estimamos la energía final del combustible y, según el mix eléctrico de cada momento, obtenemos las fuentes de energía renovables.

3.3. Transporte de los hogares. Sin duda, uno de los punto más problemáticos es el de estimar el transporte que realizan las familias para comprar alimentos. La literatura aporta diferentes vías de cálculo para diferentes lugares (para el caso de EEUU, Heller y Keolian, 2002, 2003; para Inglaterra, Pretty et al., 2005).

Hemos procedido de la siguiente forma: en 2010 en España se consumieron alrededor de 31 Mt de alimentos. Según Milà i Canals et al. (2007), en un estudio similar para estimar el coste energético del transporte de los hogares para comprar alimentos, apuntaba que cada alimento

recorría 0,185 kg/km si era transportado en coche y 0,00085 kg/km si viajaba en autobús. Según MAPA (2006) el 20% de los españoles va a comprar alimentos en coche en tanto que un 7,2% lo hace en autobús. Con esto sabemos los km recorridos por los coches y autobuses que van a comprar exclusivamente alimentos. Solo queda dar un consumo de combustible medio para los automóviles y los autobuses. Para el primer caso hemos consultado la base de datos de coches de IDAE (2014) que aporta el consumo de combustible de más de trece mil vehículos en España. La moda es un consumo de 8 litros/100 km. Para el caso de los autobuses Milà i Canals et al. (2007) apunta un consumo de 40 litros/100 km. Con ello podemos estimar el consumo de energía.

No tenemos tal información para 1960 y 1985. Habida cuenta que el principal consumo energético es el realizado por los vehículos, suponemos que el consumo de energía en 1960 y 1985 estaría directamente relacionado con la disponibilidad de coches. Dicho de otra forma, el parque de vehículos puede ser un buen indicador de cuánto se utilizaba este en momentos precedentes. Hemos relacionado linealmente el número de coches en España con el dato que hemos estimado de consumo de energía en 2010. Así, obtenemos el consumo de energía para 1960 y 2010.

**Tabla A5**  
Evolución del parque de vehículos particulares en España.

	Número de vehículos en funcionamiento	Evolución 2010=100
1960	316.180	1,43
1985	9.273.710	41,87
2010	22.147.455	100,00

Fuente: Anuarios del INE, varios años.

2.4. Transporte internacional. Hasta aquí hemos dado cuenta del transporte de productos agrarios y alimentarios dentro del país, no del transporte internacional. ¿Qué se supone que debemos contabilizar? En nuestra propuesta de límites del estudio planteamos que queríamos dar cuenta del consumo de energía de los diferentes sectores involucrados en la agroalimentación española. Bajo este precepto entendemos que debemos contar el coste del transporte asociado a las importaciones pues es un coste que asumen directamente los importadores (agricultores, industrias, comercios...) que, en última instancia, son nuestro objeto de análisis. Bajo el mismo precepto optamos por no dar cuenta del transporte de exportación pues este se imputaría en productores o consumidores de otros países. Sería una partida no imputable al sector agroalimentario español.

Para estimar los productos agroalimentarios importados contamos con las estadísticas de comercio exterior. Desde 1995 están disponibles on-line en el portal datacomex del Ministerio de Economía y Competitividad (AEAT, 2014). Para períodos anteriores utilizamos las estadísticas de comercio exterior. Hemos seleccionado los productos agroalimentarios en cada caso, tratando de eliminar aquellos con uso final diferente como cueros, fibras, etc.

Actualmente, el transporte internacional se realiza principalmente por barco (61,6%) y por carretera (37,7%). Aire y ferrocarril apenas suponen un 0,4%.

Para caso del transporte marítimo necesitamos saber el lugar de origen de los productos. Hemos seguido la propuesta de Infante-Amate y González de Molina (2013) estimando la distancia con los principales puertos marítimos de cada grupo de países para obtener las tm-km ([www.dataloy.com](http://www.dataloy.com)). En el siguiente cuadro se pueden ver las rutas consideradas según lugar de importación así como las distancias. Todas estas suposiciones están fundamentadas en dos principios: en primer lugar, tomamos de cada área la ruta más cercana evitando así sobreestimaciones. En segundo lugar, la elección de los puertos está condicionada a su importancia relativa en el comercio internacional según el número de TEU's transportada atendiendo a los informes de "The journal of commerce".

**Tabla A6**

Distancia de entre los puertos considerados como origen de las importaciones

Origen	Vía considerada	Distancia (km)
Europa	Rotterdam-San Sebastián	1270,2
Asia	Singapur-Algeciras	10856,2
América del Norte	New York-Lisboa	4780,0
Resto América	Santos-Lisboa	7140,3
Oceanía	Melburne-Algeciras	15961,5
África del Norte	Orán-Algeciras	388,0
África Subsahariana	Luanda - Algeciras	6329,0

Fuente: [www.dataloy.com](http://www.dataloy.com)

El único lugar que puede ofrecer dudas es Europa, pues buena parte del comercio llega de zonas cercanas que, obviamente, no necesitarían salir de Rotterdam. Sin embargo, buena parte de estas se realiza por ferrocarril y por carretera, no por mar.

Para el caso de las importaciones por carretera ya teníamos el dato de la encuesta de transportes por carretera (MF, 2011b). Lo tomamos directamente de aquí. Sabiendo que el 37,7% de las importaciones de alimentos se hacen por carretera, eliminamos tal cantidad de la importación total europea (entendemos que de tal continente proviene la práctica totalidad de importaciones por carretera). Así, tenemos el dato de importación marítima de Europa una vez detraemos el transporte por carretera y, también, se justifica que el puerto elegido sea Rotterdam. En 1960 y 1985 estimamos un porcentaje de importaciones por carretera en la sección de transporte por carretera (ver más arriba). Añadimos tal cálculo a cada año y lo detraemos de las importaciones europeas, entendiendo, de nuevo, que la importación por esta vía viene en su totalidad de Europa.

Finalmente, el caso de la aviación. Al igual que ocurre con el ferrocarril su impacto es pequeño en términos relativos. Representa un 0,2% del total de las importaciones. Sin embargo, hemos



decidido tomarlo en cuenta pues el coste energético de transporte por aire es tan elevado que hace que el resultado obtenido sea bastante representativo.

El consumo de energía para cada transporte se ha tomado de Ecoinvent. En el caso del transporte por carretera hemos supuesto que todas las importaciones se hacen con camiones con carga superior a las 32 toneladas. En el caso de las importaciones por avión suponemos, obviamente, el consumo de vuelos intercontinentales.

**Tabla A7**  
Consumo energía MJ/km-tonelada.

	Total
Carretera	1,78
Avión	16,33
Barco	0,17

Fuente: Spielmann et al. (2007).

### A3. Industria y procesamiento

La estadística industrial de 1960 (INE, 1962) aporta datos del consumo de energía final de las industrias, discriminando las agroalimentarias. Igual ocurre para 1985 con las Tablas Input-Output de la Energía (INE, 1991) y para 2010 con los informes anuales de consumos energéticos (IDAE, 2013).

Añadimos a este capítulo el consumo de energía derivado de la construcción, mantenimiento y demolición de los edificios. De los pocos datos que aporta la literatura está el de Kohler (1994) que aporta datos de consumo de energía en MJ/m<sup>2</sup> (Tabla A8). No es posible conocer la superficie industrial total en España para todos los períodos estudiados. Como quiera que este insumo es pequeño hemos estimado el total de industrias agroalimentarias del país discriminando entre las de menos de 20 trabajadores, a las que hemos supuesto una superficie media de 150m<sup>2</sup> y las de más de 20 trabajadores, en las que se ha supuesto una superficie media de 1000m<sup>2</sup>. Estos datos son mejorables, en cualquier caso este insumo es menor.

**Tabla A8**  
MJ/m<sup>2</sup> en construcciones industriales

Construcción	277
Mantenimiento	266
Demolición	29
Total	572

Fuente: Kohler (1994).

Nota: la construcción y demolición la hemos ajustado a una vida media de 40 años, pues en la fuente original el dato era total.

### A4. Envasado y embalaje

En Infante y González de Molina (2013) solo se habían incluido los envases de plástico, vidrio y papel-cartón siguiendo el modelo de Heller y Keoleian (2000). Siguiendo tal trabajo se les había aplicado un factor de coste energético derivado de estudios de análisis de ciclo de vida.

Sin embargo, lo cierto es que en el envasado se requieren otros muchos productos que ahora hemos querido incluir: corchos, metales, bolsas... Contabilizamos el consumo realizado en España de todos estos productos y, a cada uno de ellos, le aplicamos un factor de coste energético para estudiar el consumo total.

Contamos con información al respecto en la Estadística Industrial de 1960 que detalla los insumos físicos de las industrias españolas, en las que se incluyen los materiales de envases y embalajes (INE, 1962). Para el resto de año la dificultad es mayor. Hemos estimado el consumo de los diferentes ítems para años próximos a 2010 tal y como se documenta a continuación. Para 1985, al carecer de información, hemos tomado la media entre ambos años ponderándola según el consumo del resto de insumos del SAA.

4.1. Corcho. En el caso del corcho, ante la dificultad de encontrar datos directos del sector, hemos calculado el consumo de las industrias españolas de la siguiente forma: a la producción total de tapones con los datos de la encuesta industrial del INE (2013), le hemos sumado las importaciones y restado las exportaciones derivados de la estadística de comercio exterior (2013). Todos los datos son de 2010. El consumo doméstico (en casas y hostelería) de tapones es de 24427 toneladas.

4.2. Plásticos. Tomamos el dato de 2008 tomado de Infante-Amate y González de Molina (2013). El consumo era de 1.530.000 toneladas.

4.3. Vidrio. Tomamos el dato de 2005 tomado de Infante-Amate y González de Molina (2013). El consumo era de 2.143.971 toneladas

4.4. Papel y cartón. Estimamos el dato de consumo de envases de papel y cartón en España con los datos de EUROOPEN (2013). En 2001 se apunta que el 42,7% de lo producido (no del consumo) era de productos alimentario. De esta forma obtenemos que el consumo era de 1.477.847 toneladas.

4.5. Metálicos. Representa un ítem de difícil consideración. Las principales partidas son aluminios y hojalata (esto es, acero) para envases. EUROOPEN (2013) habla de un consumo en España de envases metálicos de 436 mil toneladas. Por otro lado, un informe de INFOPACK (2008) sostiene que en 2007 de la producción de envases, en términos económicos, el 77% era de alimentos y bebidas. Tomamos este porcentaje. Ese mismo informe sostiene que el 7% es

aluminio y el 93% acero. Así pues, obtenemos un consumo de 23.043 toneladas de aluminio y de 311.855 de acero.

Creemos que esta opción es razonable pues otros datos indirectos apuntan que el consumo de envases de hojalata era de 294 mil toneladas (www.ecoacero.com) y según nuestros cálculos es de 312 mil.

**4.6. Bolsas.** Marcos et al. (2007) hacen una encuesta sobre el tipo de bolsa que utiliza cada español para comprar: carros, bolsas de un solo uso, reutilizables y de tela-plástico. En el siguiente cuadro se muestran los resultados. Añaden un ítem que es una combinación de varios tipos de formas de transporte que representa un 30%. Repartimos este 30% ponderadamente entre el resto de ítems (ver cuadro). Sabemos así el porcentaje de compras realizadas con cada tipo de bolsa.

**Tabla A9**  
Porcentaje de usos de bolsas y carros en la compra

	Datos originales	Ajustado ítem combinación
Bolsas de un solo uso	10	14
Bolsa de tela	19	27
Bolsa reutilizable	25	36
Carro	16	23
Combinación	30	-
Total	100	100

Fuente: Kohler (1994).

Con los datos de la alimentación en España sabemos los alimentos consumidos por los españoles en 2010. Así, sabemos los kg que se transportan en cada tipo de bolsa. Sabiendo lo que de media transporta cada bolsa, sabremos finalmente el número de bolsas consumidas cada año en España. En el caso de las reutilizadas y las de tela-plástico sabemos el número medio de usos de cada uno. Con ello, podemos estimar el consumo anual de bolsas (Tabla A10).

Con este sistema obtenemos un consumo de 11.425 toneladas destinadas al transporte de alimentos.

Hay un segundo método más directo. Según diversas fuentes como el observatorio del plástico en España se consumían en 2010 unas 100.000 toneladas de plásticos para bolsas. Desconocemos las que se destinaban específicamente a alimentos pero obviamente, según esta información, el primer método propuesto consideraría que un 11,4% de las bolsas consumidas se utilizan para productos alimentarios. Aunque pueda estar algo infravalorado, mantenemos la primera estimación pues el consumo de energía apenas alcanza 1000 TJ, una cantidad que, aun incrementándose, representa un cantidad menor en comparación con otros insumos.

**Tabla A10**

Porcentaje de usos de bolsas y carros en la compra

	Cantidad
Millones toneladas de alimentos consumidos por los hogares	30,99
Kg transportado en cada bolsa de un solo uso	6
% que se transporta en bolsas de un solo uso	0,14
<b>Millones bolsas un solo uso</b>	<b>723,03</b>
Kg en cada bolsa reutilizada (plástico)	6
% que se transporta en bolsas reutilizadas	0,36
Número de usos medios	12
<b>Millones de bolsas reutilizada</b>	<b>154,94</b>
Kg transportado en cada bolsa de tela	12
% que se transporta en cada bolsa de tela	0,27
Número de usos medios	104
<b>Millones de bolsa de tela</b>	<b>6,70</b>
Kg transportado en cada bolsa de tela	20
% que se transporta en cada bolsa de tela	0,23
Número de usos medios	104
<b>Millones de carros</b>	<b>3,4</b>

Fuente: Nolan-ITU (2002), Marcos et al. (2007), SA (2007) y EA (2011).

4.7. Estimación 1960 y 1985. Como apuntábamos más arriba para 1960 contamos con la Encuesta Industrial del INE (1962) que aporta datos del consumo de materias primas para todas las industrias agroalimentarias. Especifica los envases. Los hemos agregado por tipos y hemos estimado aquellos en los que solo informaba de los precios (aunque en la mayoría se informaba sobre el peso). La misma fuente (INE, 1962) aportaba datos de la producción de envases y embalajes en España, discriminando usos, esto es, si eran alimentarios o no. Los resultados son análogos y aparecen en la tabla A11.

**Tabla A11**

Consumo de envases y embalajes en 1960.

	1960
Papel y Cartón	44.026,3
Metal	24.461,7
Plástico	3.093,7
Corcho	27,3
Vidrio	17.750,5
Madera	12.504,0

Fuente: INE (1962).

Se observa un formidable incremento con respecto a 2010. De hecho, es el incremento más importante en todas las variables estudiadas en este trabajo. En principio resulta extraño, sin embargo, otras fuentes corroboran una pauta análoga. En Europa se consumía en 1972, 80 millones de latas, en 1981, unas 2.000 millones y en 2010, más de 50.000 millones (Fernández-Campa, 1987).

Nótese que para 1960 el dato ofrecido no es el del consumo nacional sino el de la producción de envases por parte de la industria española. Esto es, una parte del consumo sería importado y no damos cuenta de él y, por otro lado, una parte de lo producido se podría exportar. En cualquier caso, viendo los datos de transporte internacional para tal período entendemos que sería un porcentaje menor.

Un problema aun mayor representa la estimación para 1985, año para el que no contamos con ninguna información al respecto. La mayoría de industrias sectoriales aportan datos de consumo de envases para años recientes y para 1985 no contamos una estadística industrial tan precisa como la de 1960 que aporte datos en términos físicos. Contamos con algún dato fragmentario. Por ejemplo, Fernández-Navarro (1987) dice que se produjeron en España 1 millón de toneladas de envases de vidrio. Un dato que, por cierto, refrenda nuestros cálculos pues en 1960 según las fuentes utilizadas se produjeron 17 mil, en 1970, 70 mil y en 2010, algo más de 2 millones. Se corrobora una pauta creciente.

Para estimar el resto de ítems hemos inferido linealmente el consumo de envases. Para ello hemos estimado el porcentaje de consumos energéticos de 1985 con respecto a 2010 en materia de comercios y transportes agroalimentarios, los dos sectores más vinculados al consumo de envases y embalajes y que, por tanto, están más relacionados con su evolución. Ambos suponían en 1985, en promedio, un 45% del consumo de 2010. De esta forma, entendemos que el consumo de envases y embalajes en 1985 era un 45% el de 2010.

4.8. Consumo de energía por ítem. Hemos tomados los siguientes valores de energía invertida en la producción y uso de los envases utilizados.

**Tabla A12**  
Consumo de energía en MJ/kg.

Corcho	0,34
Plásticos	77,72
Vidrio	15,51
Papel/Cartón	18,44
Aluminio	46,29
Acero	27,47
Madera	1,56

Fuente: Classen (2007), Werner et al. (2007), Hischier (2007), Kellenberger et al. (2007).

Sin embargo, es reconocible que ha existido un notable aumento de la eficiencia energética en los productos. No contamos con trabajos LCA para cada producto en los diferentes momentos estudiados, pero sí con alguna referencia parcial. Por ejemplo, Fernández Navarro (1987) apunta que la eficiencia energética en la producción de vidrio aumentó en un 40% entre 1981 y 1986. Según UN (1969:31) el tiempo necesario para producir una lata en Europa era de 12 minutos en 1840, 1 minuto en 1870, a 1,45 segundos, 0,2 segundos en 1940 y 1950 0,1 segundos en 1950. Igual ocurría con el vidrio. Se explica que la producción de 100 mil botellas se empleaban 720 horas de trabajo manual, con sistemas semiautomático 320 horas y con un sistema totalmente automático apenas 16 horas (UN, 1969:42).

Con respecto a las latas de aluminio sabemos que hoy pesan la mitad que en 1965 así como que en los años 50 se requería 21 kwh para producir un kg de aluminio. Hoy en día son 14 kwh.

El dato más específico lo tenemos para el caso de la producción de energía de una lata. Se observa que el consumo de energía ha bajado un 50% desde 1977 (APEAL, 2013). Hemos decidido aplicar el porcentaje de eficiencia del 50% en la actualidad con respecto a 1960 al resto de ítems. Dicho de otra forma, aplicamos a 2010 los datos citados en la tabla Z y para 1960 una ineficiencia del 100%. En 1985 habíamos inferido el resultado según los consumos del sector comercial agroalimentario y de los transportes.

## **A5. Comercios**

El Informe Anual de Consumos Energéticos (IDAE, 2013) aporta datos del consumo realizado por “Restaurantes y Alojamientos” y, por otro lado, otros “Comercios”. Algo similar ocurre para el corte de 1985. La Tabla Input-Output de la Energía (INE, 1991) aporta datos del consumo de “Comercio” y “Restaurantes y alojamientos”. Para 1960 no tenemos información tan detallada. De hecho, siquiera hemos encontrado estadísticas de consumo de electricidad en el sector servicios, solo para agricultura e industria.

El reto radica en discriminar la parte de tales actividades únicamente relativa al SAA. En el caso de “Restaurantes y alojamientos” lo único que habría que restar es la cantidad de energía consumida por establecimientos dedicados al hospedaje y que no tuviese relación con el SAA. Esto es, la parte de la energía que un hotel destina y está referida al alojamiento sin contar los servicios de alimentación que presta. En Infante-Amate y González de Molina (2013) se apuntaba, con datos para el año 2002 que la participación del SAA sería del 72,57% en base a una estimación basada en la media de tres indicadores disponibles (número de empleados, volumen de negocio y número de establecimientos) que permitían discriminar la participación del hospedaje sobre la restauración. Utilizamos tal dato para 1985 y 2010, siendo 2002 un punto más o menos intermedio entre ambos.

Por otro lado, es necesario discriminar la parte del “Comercio” o los “Servicios” que se refieren únicamente al SAA. Igualmente repetimos la solución propuesta en Infante-Amate y González de Molina (2013). Para solventar tal problema acudieron a la “Encuesta anual de comercio” elaborada por el INE (2000) donde se facilita, entre otras variables, la cantidad de dinero empleada en “consumo de materias y otros aprovisionamientos” por diferentes subsectores

comerciales. Se seleccionó el porcentaje de aquellos subsectores relacionados directamente con la venta o gestión de alimentos (los grupos 7, 8 y 14) y se tomó tal porcentaje en el gasto para imputarlo al consumo energético. Esto es, sabiendo que los establecimientos agroalimentarios consumieron un 26,55 % del presupuesto en gastos de materias y otros aprovisionamientos, por tanto, habrían de consumir una cifra análoga sobre el total de energía final requerida por el total del sector comercial.

Así, obtenemos el consumo de energía para el comercio y servicio agroalimentario en 1985 y 2010. Con las estadísticas disponibles los resultados revelan un dato algo desconcertante: si bien los puntos de venta muestran una pauta lógica de crecimiento: se pasa de 13,6 PJ a 28,3 PJ, los de Hostelería arrojan cifras sorprendentes: la fuente de 1985 (INE, 1991) apunta un consumo de 89,7 PJ pero para 2010 esta cifra baja a 25,6 PJ (IDAE, 2013). Entendemos que debe haber algún problema de límites del estudio o metodológico pues las cifras que manejamos de establecimientos hosteleros así como de hoteles han seguido creciendo entre 1985 y 2010. Tomamos como válido el dato de 2010 y para 1985 inferimos linealmente de acuerdo al número de establecimientos hosteleros y alojamientos entre ambas fechas. En 1985 eran un 63% de los existentes en 2010.

Decíamos que para 1960 apenas tenemos información del consumo energético de estos sectores. Para el caso de los puntos de venta, algo más problemático, hemos aplicado una extrapolación exponencial utilizando los datos de 2010 y 1985 (de haberla hecho lineal el resultado sería un consumo negativo). En el caso de la restauración y los hoteles la inferimos linealmente con el dato de número de hoteles y negocios de hostelería según los datos de la tabla A13. Un análisis de estos datos apunta que el número de hoteles en 1960 era el 26% del existente en 1985 y, el de la hostelería, un 16% (estimación a partir de la evolución de 1975-1985). Hemos supuesto, así pues, que **el consumo de energía en 1960 en el sector de la restauración y alojamiento sería un 21%** del que hubo en 1985.

**Tabla A13**

Número de hoteles y establecimientos de restauración

	Hoteles	Restaurantes	Cafeterías	Bares
1950	1318	-	-	-
1955	-	-	-	-
1960	2551	-	-	-
1965	6249	-	-	-
1970	8244	-	-	109597
1975	9517	21536	4945	129627
1980	9576	27381	6487	136810
1985	9668	37227	8523	149600
1990	9436	50055	9949	185177
1995	-	52647	11374	228099
2000	16178	55238	12800	231253
2005	15929	67457	14044	227950
2010	16938	71818	17141	239181

Fuente: FEHR (2005).

Nota: “-“, no disponible.

En la estimación de las construcciones hemos utilizado el mismo método que en el caso de las industrias, esta vez, tomando el número de empresas del “Directorio central de empresas” consultado a través del INE.

## **A6. Hogares**

Un reciente informe de IDAE (2011) sobre los consumos energéticos en el sector residencial detalla consumo de energía en los hogares españoles por tipo de consumo. Ofrece información sobre aquellos consumos relacionados directamente con la alimentación, desde el cocinado hasta los electrodomésticos. Es el único informe de estas características y la primera vez que se realiza en España. Así, resulta más complicado obtener los datos de consumo de energía vinculados a la alimentación antes de esta fecha.

En 1960 (MI, 1960) podemos conocer el consumo de electricidad en los hogares incluso discriminando la energía destinada a aparatos domésticos. En la actualidad casi un 60% del consumo energético de los aparatos domésticos se debe a los vinculados a la alimentación (microondas, frigoríficos, etc.). Tomamos el mismo porcentaje para 1960. Para 1985 conocemos el consumo total eléctrico de los hogares (MIE, 1985a). Sabemos que en 2010 alrededor de un 40% del consumo eléctrico total se debe a la alimentación. Tomamos ese porcentaje.

Operamos de igual forma para el consumo de gas. Para 1960 (INE, 1961; SSE, 1960) y para 1985 (MIE, 1985b) tenemos el dato de consumo de gas en los hogares. En 2010, un 11% del consumo de gas doméstico se debía a la alimentación. Aplicamos tal porcentaje.

El ítem que más dificultades presenta es el del consumo de leña. Incluso hoy en día se estima que 6,5 Mt de leña se consumen en los hogares. De ellos, unos 65 mil kilogramos se destinan a la cocina (IDAE, 2011). En Infante-Amate et al. (2014) se estima el consumo de leña doméstico para todo el siglo XX, así que tenemos datos para 1960 y 1985. ¿Qué parte se destinaba a cocinado? Arnold y Jongma (1978) apuntan que el 50% del consumo de leña doméstica se destina al cocinado en países en vías de desarrollo, aunque esto depende del clima o las pautas culinarias de cada país. Es una decisión complicada pues los usos de calefacción y leña son complementarios. Por otro lado, en 1960 se deberían consumir mayores cantidades de leña para cocinado que en 1985, cuando ya se habían extendido los consumos de gas y electricidad en los hogares.

Según los datos de Arnold y Jongma (1978) y de Smil (2013) hemos supuesto un consumo de 0,3 kg/hab/año para cocinas en contextos preindustriales. En 1960 la población rural, donde sobrevivirían estas prácticas era de unos 15 millones de habitantes. Así, en 1960, el consumo ascendería a unos 2,2 Mt de leña para cocinado, una sexta parte del consumo total de leña en los hogares. En 1985 no podemos suponer tal cantidad. El crecimiento de los nuevos usos de gas y electricidad debió sustituir a la leña en el cocinado. Si suponemos la media entre 1960 y 2010, obtenemos un consumo de unos 1,1 MT, lo que implica que un 12% de la leña consumida tal año se utilizó con fines alimentarios. El porcentaje no ha bajado mucho pero sí la cantidad total de leña utilizada en el país, que pasó de casi 15 Mt a menos de 9 Mt entre



1960 y 1985. Obviamente la fuerte caída se explicará por el descenso de usos para cocinado habida cuenta que hoy en día se consumen unas 6,5 Mt en los hogares de las que casi la totalidad se utilizan para calefacción. En resumen, tomamos el dato de 1,1 Mt, como valor promedio para 1985.

Finalmente queremos dar cuenta del coste de producción y distribución de los electrodomésticos vinculados a la alimentación en el hogar. Al igual que con los tractores, es difícil obtener un dato LCA para cada uno de ellos que, además, no contabilice el coste del consumo de energía (marginal energy) sino únicamente el de su producción (fixedenergy). Siguiendo un análisis de inventario del coste de producción de un frigorífico (Horie, 2004) obtenemos que aproximadamente cada su peso está compuesto en un 50% de acero, un 45% de plásticos y un 5% de gomas. Con datos de consumo de energía en la producción de tales materias primas obtenemos el coste asociado a cada electrodoméstico. Para ello hemos aplicado un peso y una vida media basada en unidades actuales.

Finalmente es necesario saber el número de electrodomésticos en las cocinas españolas<sup>11</sup>. Para 2010 tomamos los datos del INE (2008) en su encuesta de hogares. Para 1960 y para 1985 tomamos los datos de los análisis del mercado de Banesto (1965, 1981).

## **7. Conversión de la energía**

En este trabajo hemos estimado varios indicadores de consumo de energía atendiendo a diferentes tipologías de la misma.

**7.1. Energía final.** Incluye el contenido energético de los portadores de energía finalmente consumidos en cada actividad. Principalmente se refieren a electricidad y combustibles en su uso final tal y como los incluye la estadística energética oficial de España recogida por IDAE. De esta forma lo único que hemos hecho es discriminar qué parte del consumo total nacional en agricultura, comercio, servicios, transportes, industria u hogares, está relacionado con actividades agroalimentarias.

**7.2. Energía primaria no renovable.** La energía primaria da cuenta del contenido energético de las fuentes primarias antes de sus procesos de transformación y distribución. En este sentido es necesario estimar el coste de los portadores de energía (combustibles y electricidad) y también de los productos consumidos en el SAA (edificios, fertilizantes, electrodomésticos...) que requieren importantes cantidades de energía para su consumo. En ambos casos hemos utilizado estudios ACV que dan cuenta del consumo total de energía hasta el uso final de cada producto. Ya hemos explicado a lo largo del anexo los coeficientes ACV para los insumos no energéticos. En el caso de los portadores de energía hemos supuesto un consumo asociado para los combustibles fósiles según los datos de la tabla A14.

---

<sup>11</sup>Hemos contabilizado: microondas, robot de cocina, batidora, exprimidor eléctrico, tostador o sandwichera, frigorífico, lavavajillas, horno, campana extractora, congelador independiente.

**Tabla A14**

Energía en los diferentes combustibles fósiles

	Energía Inherente	Coste energético Indirecto	Total Energía Primaria
Carbón duro	23,60	2,75	26,35
Lignito	10,50	0,11	10,61
Fueloil	41,30	12,15	53,45
Naphtha	46,10	9,61	55,71
Diesel	42,70	11,76	54,46
Gas Natural	46,10	8,76	54,86

Fuente: Röder et al. (2007), Faist Emmenegger et al. (2007), Jungbluth (2007), Althaus et al. (2010), Dones (2010), Milota et al. (2004).

El caso de la electricidad es algo más complicado pues requiere conocer el mix energético de cada momento y estimar los costes de cada forma de producción de electricidad. En el caso de las no renovables estimamos el porcentaje de electricidad producida por las mismas y analizamos el coste de su producción. Así, en 1960, el 16% provenía de termoeléctrica. De este 16% contamos con información de los combustibles utilizados así como la producción eléctrica total bruta (MIE, 1960). Al consumo de cada combustible le aplicamos el factor de la tabla A14 para estimar los costes de producción de cada uno. Así, obtenemos un valor de la energía primaria no renovable para cada unidad energética consumida en 1960. En el caso de la termoeléctrica sería de 5,03 MJ/MJ. Operamos de manera análoga para 1985, cuando la termoeléctrica había crecido hasta el 52% y la nuclear suponía el 22% (MIE, 1985a). Dicho de otra forma, las renovables eran una parte porcentual menor. Procedemos de igual forma que para 1960 y el dato obtenido en este caso es de 3,57 MJ/MJ, más bajo que el de 1960 entendemos que por la mayor eficiencia en los procesos de cogeneración. En 2010 hay datos directos al respecto aportados por IDAE que corregimos con los costes indirectos de la tabla A14. El consumo en este caso baja a 3,06 MJ/MJ.

Observamos una mayor eficiencia en la producción de energía termoeléctrica y nuclear, sin embargo, por otro lado, el mix energético ha tendido a primar mucho más los usos no renovables.

7.2. Energías renovables. En este apartado hemos contabilizado el consumo de energías renovables principalmente por dos vías. En primer lugar, incluyendo aquella parte del mix eléctrico proveniente de energías renovables (hidroeléctrica, fotovoltaica, termosolar...). En segundo lugar, la biomasa utilizada. La mayor parte de la biomasa consumida se refiere al contenido inherente de los piensos y semillas importados. Aunque también ha tenido cierta importancia consumos de leña o carbón vegetal por parte de los hogares y algunas industrias en 1960. Hoy en día estos valores, también incluidos, son menos representativos.

7.3. Energía primaria total. Básicamente la suma de los apartados 7.1 y 7.2. Incluimos por tanto el total de energía primaria entre la que se encuentra la renovable y la no renovable.

Anexo estadístico

**Tabla A15**  
Consumo de energía del sector agroalimentario español desagregado. TJ.

	Final			No Renovable Primaria			Renovable Primaria			Total Primaria		
	1960	1985	2010	1960	1985	2010	1960	1985	2010	1960	1985	2010
<b>Agricultura</b>	<b>3.621</b>	<b>118.566</b>	<b>93.282</b>	<b>36.064</b>	<b>289.678</b>	<b>290.598</b>	<b>10.186</b>	<b>58.986</b>	<b>158.523</b>	<b>46.250</b>	<b>348.664</b>	<b>449.121</b>
Fertilizantes	-	-	-	27.251	72.426	61.844	-	-	-	27.251	72.426	61.844
<i>Nitrógeno</i>	-	-	-	18.773	58.696	52.324	-	-	-	18.773	58.696	52.324
<i>Fósforo</i>	-	-	-	7.811	10.804	6.489	-	-	-	7.811	10.804	6.489
<i>Potasio</i>	-	-	-	667	2.927	3.030	-	-	-	667	2.927	3.030
Maquinaria	-	-	-	523	9.853	12.008	-	-	-	523	9.853	12.008
Fitosanitarios	-	-	-	1.265	21.434	24.952	-	-	-	1.265	21.434	24.952
Combustibles	2.519	109.096	78.335	3.213	138.927	95.622	-	-	2.889	3.213	138.927	98.511
Electricidad	1.101	9.470	14.947	886	25.018	41.939	925	2.462	3.826	1.811	27.480	45.766
Piensos	-	-	-	2.197	18.788	45.569	7.635	56.313	145.607	9.832	75.100	191.176
Semillas	-	-	-	509	74	2.039	1.626	212	6.200	2.136	286	8.239
Cultivos Forzados	-	-	-	220	3.157	6.625	-	-	-	220	3.157	6.625
<b>Transporte</b>	<b>26.868</b>	<b>165.299</b>	<b>319.944</b>	<b>40.393</b>	<b>248.777</b>	<b>478.900</b>	<b>125</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>40.518</b>	<b>248.837</b>	<b>478.958</b>
Total Interior	26.561	155.231	257.008	39.923	233.478	386.259	125	61	58	40.048	233.539	386.317
<i>Interior Carretera</i>	25.825	152.862	252.811	38.908	230.306	380.891	125	61	58	38.908	230.306	380.891
<i>Interior Ferrocarril</i>	680	715	248	943	1.063	332	-	-	-	1.068	1.124	390
<i>Interior Hogares (Coche)</i>	56	1.654	3.949	72	2.109	5.036	-	-	-	72	2.109	5.036
Total Internacional	307	10.068	62.936	470	15.299	92.640	-	-	-	470	15.299	92.640
<i>Internacional Mar</i>	169	4.685	10.830	271	7.527	17.398	-	-	-	271	7.527	17.398
<i>Internacional Carretera</i>	102	2.964	32.922	147	4.280	47.541	-	-	-	147	4.280	47.541
<i>Internacional Avión</i>	35	2.418	19.184	51	3.492	27.702	-	-	-	51	3.492	27.702

<b>Industria</b>	<b>25.947</b>	<b>77.265</b>	<b>118.969</b>	<b>29.107</b>	<b>122.043</b>	<b>207.450</b>	<b>2.365</b>	<b>4.022</b>	<b>28.428</b>	<b>31.472</b>	<b>126.065</b>	<b>235.878</b>
Insumos	25.947	77.265	118.969	28.016	118.792	202.444	2.365	4.022	28.428	30.380	122.814	230.872
Edificación	-	-	-	1.092	3.251	5.006	-	-	-	1.092	3.251	5.006
<b>Envasado y Embalaje</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4.036</b>	<b>85.476</b>	<b>189.946</b>	<b>910</b>	<b>205</b>	<b>455</b>	<b>4.946</b>	<b>85.680</b>	<b>190.401</b>
Papel y Cartón	-	-	-	1.624	12.263	27.251	735	205	455	2.359	12.468	27.707
Metal	-	-	-	1.341	4.335	9.633	-	-	-	1.341	4.335	9.633
Plástico	-	-	-	481	53.510	118.912	-	-	-	481	53.510	118.912
Corcho	-	-	-	0	4	8	-	-	-	0	4	8
Vidrio	-	-	-	551	14.964	33.253	-	-	-	551	14.964	33.253
Madera	-	-	-	39	-	-	175	-	-	214	-	-
Bolsas de plástico	-	-	-	-	400	888	-	-	-	-	400	888
<b>Comercio</b>	<b>10.273</b>	<b>29.765</b>	<b>82.354</b>	<b>13.969</b>	<b>60.457</b>	<b>200.710</b>	<b>3.377</b>	<b>2.504</b>	<b>14.938</b>	<b>14.468</b>	<b>53.289</b>	<b>192.902</b>
Puntos de venta	6.880	13.609	56.710	7.085	26.435	49.172	2.870	1.757	5.233	9.956	28.193	54.405
Hostelería	3.393	16.156	25.644	4.006	24.350	128.792	506	746	9.705	4.512	25.096	138.497
Edificación	-	-	-	2.878	9.672	22.747	-	-	-	2.878	9.672	22.747
<b>Hogares</b>	<b>42.742</b>	<b>56.718</b>	<b>113.656</b>	<b>2.159</b>	<b>93.883</b>	<b>284.048</b>	<b>41.548</b>	<b>29.927</b>	<b>23.625</b>	<b>43.707</b>	<b>123.810</b>	<b>307.673</b>
Cocina	42.164	22.481	45.647	1.311	15.299	85.588	41.063	21.026	6.215	42.373	36.325	91.803
Electrodomésticos (insumos)	578	34.236	68.009	465	76.879	190.825	485	8.901	17.410	950	85.781	208.235
Electrodomésticos (producción)	-	-	-	383	1.705	7.635	-	-	-	383	1.705	7.635
<b>TOTAL SAA</b>	<b>109.450</b>	<b>447.612</b>	<b>728.204</b>	<b>125.728</b>	<b>900.313</b>	<b>1.651.651</b>	<b>58.511</b>	<b>95.704</b>	<b>226.028</b>	<b>181.362</b>	<b>986.346</b>	<b>1.854.932</b>

Fuente: ver anexo metodológico.

**Tabla A16**

Consumo de energía del sector agroalimentario español desagregado. Porcentaje sobre el total.

	Final			No Renovable Primaria			Renovable Primaria			Total Primaria		
	1960	1985	2010	1960	1985	2010	1960	1985	2010	1960	1985	2010
<b>Agricultura</b>	<b>3,30</b>	<b>26,49</b>	<b>12,81</b>	<b>28,68</b>	<b>32,18</b>	<b>17,59</b>	<b>17,41</b>	<b>61,63</b>	<b>70,13</b>	<b>25,50</b>	<b>35,35</b>	<b>24,21</b>
Fertilizantes	-	-	-	21,67	8,04	3,74	-	-	-	15,03	7,34	3,33
<i>Nitrógeno</i>	-	-	-	14,93	6,52	3,17	-	-	-	10,35	5,95	2,82
<i>Fósforo</i>	-	-	-	6,21	1,20	0,39	-	-	-	4,31	1,10	0,35
<i>Potasio</i>	-	-	-	0,53	0,33	0,18	-	-	-	0,37	0,30	0,16
Maquinaria	-	-	-	0,42	1,09	0,73	-	-	-	0,29	1,00	0,65
Fitosanitarios	-	-	-	1,01	2,38	1,51	-	-	-	0,70	2,17	1,35
Combustibles	2,30	24,37	10,76	2,56	15,43	5,79	-	-	1,28	1,77	14,09	5,31
Electricidad	1,00	2,12	2,05	0,70	2,78	2,54	1,58	2,57	1,69	1,00	2,79	2,47
Piensos	-	-	-	1,75	2,09	2,76	13,05	58,84	64,42	5,42	7,61	10,31
Semillas	-	-	-	0,41	0,01	0,12	2,78	0,22	2,74	1,18	0,03	0,44
Cultivos Forzados	-	-	-	0,18	0,35	0,40	-	-	-	0,12	0,32	0,36
<b>Transporte</b>	<b>24,51</b>	<b>36,93</b>	<b>43,94</b>	<b>32,13</b>	<b>27,63</b>	<b>29,00</b>	<b>0,21</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>22,34</b>	<b>25,23</b>	<b>25,82</b>
Total Interior	24,23	34,68	35,29	31,75	25,93	23,39	0,21	0,06	0,03	22,08	23,68	20,83
<i>Interior Carretera</i>	23,56	34,15	34,72	30,95	25,58	23,06	-	-	-	21,45	23,35	20,53
<i>Interior Ferrocarril</i>	0,62	0,16	0,03	0,75	0,12	0,02	0,21	0,06	0,03	0,59	0,11	0,02
<i>Interior Hogares (Coche)</i>	0,05	0,37	0,54	0,06	0,23	0,30	-	-	-	0,04	0,21	0,27
Total Internacional	0,28	2,25	8,64	0,37	1,70	5,61	-	-	-	0,26	1,55	4,99
<i>Internacional Mar</i>	0,15	1,05	1,49	0,22	0,84	1,05	-	-	-	0,15	0,76	0,94
<i>Internacional Carretera</i>	0,09	0,66	4,52	0,12	0,48	2,88	-	-	-	0,08	0,43	2,56
<i>Internacional Avión</i>	0,03	0,54	2,63	0,04	0,39	1,68	-	-	-	0,03	0,35	1,49

<b>Industria</b>	<b>23,67</b>	<b>17,26</b>	<b>16,34</b>	<b>23,15</b>	<b>13,56</b>	<b>12,56</b>	<b>4,04</b>	<b>4,20</b>	<b>12,58</b>	<b>17,35</b>	<b>12,78</b>	<b>12,72</b>
Insumos	23,67	17,26	16,34	22,28	13,19	12,26	4,04	4,20	12,58	16,75	12,45	12,45
Edificación	-	-	-	0,87	0,36	0,30	-	-	-	0,60	0,33	0,27
<b>Envasado y Embalaje</b>	<b>0,16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,21</b>	<b>9,49</b>	<b>11,50</b>	<b>1,56</b>	<b>0,21</b>	<b>0,20</b>	<b>2,73</b>	<b>8,69</b>	<b>10,26</b>
Papel y Cartón	-	-	-	1,29	1,36	1,65	1,26	0,21	0,20	1,30	1,26	1,49
Metal	-	-	-	1,07	0,48	0,58	-	-	-	0,74	0,44	0,52
Plástico	-	-	-	0,38	5,94	7,20	-	-	-	0,27	5,43	6,41
Corcho	-	-	-	0,00	0,00	0,00	-	-	-	0,00	0,00	0,00
Vidrio	-	-	-	0,44	1,66	2,01	-	-	-	0,30	1,52	1,79
Madera	0,16	-	-	0,03	-	-	0,30	-	-	0,12	-	-
Bolsas de plástico	-	-	-	-	0,04	0,05	-	-	-	-	0,04	0,05
<b>Comercio</b>	<b>9,37</b>	<b>6,65</b>	<b>11,31</b>	<b>11,11</b>	<b>6,72</b>	<b>12,15</b>	<b>5,77</b>	<b>2,62</b>	<b>6,61</b>	<b>7,98</b>	<b>5,40</b>	<b>10,40</b>
Puntos de venta	6,28	3,04	7,79	5,64	2,94	2,98	4,91	1,84	2,32	5,49	2,86	2,93
Hostelería	3,09	3,61	3,52	3,19	2,70	7,80	0,87	0,78	4,29	2,49	2,54	7,47
Edificación	-	-	-	2,29	1,07	1,38	-	-	-	1,59	0,98	1,23
<b>Hogares</b>	<b>38,99</b>	<b>12,67</b>	<b>15,61</b>	<b>1,72</b>	<b>10,43</b>	<b>17,20</b>	<b>71,01</b>	<b>31,27</b>	<b>10,45</b>	<b>24,10</b>	<b>12,55</b>	<b>16,59</b>
Cocina	38,46	5,02	6,27	1,04	1,70	5,18	70,18	21,97	2,75	23,36	3,68	4,95
Electrodomésticos (insumos)	0,53	7,65	9,34	0,37	8,54	11,55	0,83	9,30	7,70	0,52	8,70	11,23
Electrodomésticos (producción)	-	-	-	0,30	0,19	0,46	-	-	-	0,21	0,17	0,41
<b>TOTAL SAA</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fuente: ver anexo metodológico.

## Bibliografía

- AEAT, 2014. Datacomex: Estadísticas del comercio exterior español. Agencia Española de Administración Tributaria. <http://datacomex.comercio.es>
- Althaus, H.-J., C. Bauer, G. Doka, R. Dones, R. Frischknecht, S. Hellweg, S. Humbert, N. Jungbluth, T. Köllner, Y. Loerincik, M. Margni, T. Nemecek. 2010. Ecoinvent Report No. 3. R. Hischer and B. Weidema. St. Gallen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf. Swiss Federal Office for the Environment (BAFU-FOEN), Bern. Swiss Federal Office for Energy (BFE), Bern.
- APEAL, 2013. Steel for packaging. Association of European Producers of Steel. [http://www.steelforpackaging.org/uploads/Modules/Themesslides/apel\\_boards\\_a4\\_part23.pdf](http://www.steelforpackaging.org/uploads/Modules/Themesslides/apel_boards_a4_part23.pdf)
- Arnold, J., Jongma, J. 1978. La leña y el carbón en los países en desarrollo. Depósito de documentos de la FAO.
- Audsley, E., 1997. Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment. European Commission DGVI Agriculture. Final Report Concerted action AIR3-CT94-2028.
- Banesto, 1965. Anuario del mercado español, 1965. Banesto, Madrid.
- Banesto, 1969. Anuario del mercado español, 1969. Banesto, Madrid.
- Banesto, 1985. Anuario del mercado español, 1985. Banesto, Madrid.
- Bhat, M., English, B., Thurhollow, A., Nyangito, H. 1994. Energy in Synthetic fertilizers and pesticides: Revisited. Oak Ridge National Laboratory, Department of Energy, Oak Ridge.
- Bindraban, P., Rabbinge, R., 2012. Megatrends in agriculture. Views for discontinuities in past and future developments. *Global Food Security* 1(2), pp. 99-105.
- Canning, P., Charles, A., Huang, S., Polenske, K., Waters, A. 2010. Energy use in the U.S. Food System. Economic Research Report, United States Department of Agriculture 94, Washington.
- Carpintero, O., 2004. El metabolismo económico de España: Flujos de energía, materiales y huella ecológica (1955-2000). Fundación César Manrique, Lanzarote.
- Carpintero, O., Naredo, J.M., 2006. Sobre la evolución de los balances energéticos de la agricultura española. 1950-2000. *Historia Agraria* 40, 531-554.
- Classen M., Althaus H.-J., Blaser S., Doka G., Jungbluth N., Tuchschnid M. 2007. Life Cycle Inventories of Metals. ecoinvent report No. 10, v2.0. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- Cleveland, C., 1995. The direct and indirect use of fossil fuels and electricity in USA agriculture, 1910-1990. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 55, 111-121.
- Cuesta, P. Gutiérrez, P., 2010. El equipamiento comercial de los centros comerciales en España, *Distribución y Consumo* (Marzo-Abril), 110-121.

Davis, J.M., Goldberg, R.A., 1957. A concept of agribusiness. Harvard University Press, Boston.

Dones R. 2007. Kernenergie. In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz, ecoinvent report No. 6-VII, v2.0 (ed. Dones R.). Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).

Dovering, F., 1985. Energy use in United states agriculture: A critique of recent research. *Energy in Agriculture* 4 79-86.

Dutilh, C.E. y Kramer, K.J., 2000. Energy consumption in the food chain. Comparing alternative options in food production and consumption. *Ambio* 29-2, 98-101.

EA, 2011. Life cycle assessment of supermarket carrier bags: a review of the bags available in 2006. Environmental Agency. Report: SC030148.

ecoinvent report No. 6-IV, v2.0 (ed. Dones R.). Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).

Erb, K.-H., Krausmann, F., Lucht, W., Haberl, H., 2009. Embodied HANPP: Mapping the spatial disconnect between global biomass production and consumption. *Ecological Economics* 69, 328-334.

EUROPEN, (2013). Packaging and Packaging Waste Statistics. 1998-2010. The European Organization for Packaging and the Environment, Brussels.

Faist Emmenegger M., Heck T. and Jungbluth N. 2007. Erdgas. In: Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz, ecoinvent report No. 6-V, v2.0 (ed. Dones R.). Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).

Federico, G., 2005. Feeding the World. An Economic History of Agriculture, 1800-2000. Princeton University Press, Princeton.

FEHR, 2005. Diagnóstico del sector de bares, restaurantes y cafeterías. Federación Española de Hostelería, Madrid.

Fernández Navarro, J.M., 1987. Los envases de vidrio y las tendencias innovadoras introducidas en su proceso de fabricación, in: Varios Autores, Jornadas Técnicas sobre envases para alimentos, Instituto de Agroquímica y Tecnología de los alimentos, CSIC, Valencia, pp. 5-12.

Fernández-Campa, J.M., 1987. Posibilidades del aluminio como material para el envasado de alimentos, in: Varios Autores, Jornadas Técnicas sobre envases para alimentos, Instituto de Agroquímica y Tecnología de los alimentos, CSIC, Valencia, pp. 5-22.



Fluck, R.C. (Ed.), 1992. Energy in Farm Production. Energy in World Agriculture, vol. 6. Elsevier, Amsterdam.

Giampietro, M., 2006. Comments on “The energetic metabolism of the European Union and the United States” by Haberl and colleagues: Theoretical and practical considerations on the meaning and usefulness of traditional energy analysis. *Journal of Industrial ecology* 10(4), 173-185.

Headey, D., Fan, S., 2008. Anatomy of a crisis: the causes and consequences of surging food prices. *Agricultural Economics* 39(s1), 375-391.

Heller, M.C., Keoleian, G.A., 2002. Life Cycle-Based Sustainability Indicators for Assessment of the U.S. Food System. Center for Sustainable System, Report No. CSS00-04.

Heller, M.C., Keoleian, G.A., 2003. Assessing the sustainability of the US food system: a life cycle perspective. *Agricultural Systems* 76, 1007-1041.

Helsel, Z.R., 1992. Energy and alternatives for fertilizer and pesticide use. Energy in Farm Production, in: Fluck, R.C. (ed.), Energy in Farm Production. Energy in World Agriculture, vol. 6. Elsevier, Amsterdam, pp. 177–201.

Hirst, E., 1974. Food-related energy requirements. *Science* 184(4133), 134-138.

Hischier R. 2007. Life Cycle Inventories of Packaging and Graphical Paper. ecoinvent report No. 11, v2.0. EMPA St. Gallen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).

Horie, Y., 2004. Life Cycle Optimization of Household Refrigerator-Freezer Replacement. Center for Sustainable Systems, Report No. CSS04-13.

IDAE, 2011a. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Instituto para el Ahorro y la Diversificación de la Energía, Madrid.

IDAE, 2011b. Plan de ahorro y eficiencia energética, 2011-20. Instituto para el Ahorro y la Diversificación de la Energía, Madrid.

IDAE, 2013. Balances del consumo de energía final. Serie histórica: 1990-2011. Instituto para el Ahorro y la Diversificación de la Energía, Madrid.

IDAE, 2014. Base de datos de coches.  
<http://www.idae.es/Coches/portal/BaseDatos/Consumo.aspx>

INE, 1962. Encuesta industrial, 1960. Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

INE, 1970. Primera encuesta nacional sobre transporte de mercancías por carretera, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

INE, 1977. Segunda encuesta nacional sobre transporte de mercancías por carretera, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.

- INE, 1991. Tablas Input-Output de la energía de 1985. Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- INE, 2008. Encuesta de hogares y medio ambiente, 2008. Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- INE, 2013. Encuesta industrial de empresas, 2010. Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- Infante-Amate, J. Soto, D., Iriarte-Goñi, I., Aguilera, E., Cid, A., Guzmán, G., González de Molina, M., 2014. El monte y los cultivos leñosos: Una serie de los usos del suelo y la producción de madera y leña en España a escala provincial (1900-2000).
- Infante-Amate, J., 2011. Ecología e historia del olivar andaluz. Un estudio socioambiental de la especialización olivarera en el sur de España (1750-2000), Tesis Doctoral. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla.
- Infante-Amate, J., González de Molina, M., 2013. 'Sustainable de-growth' in agriculture and food: an agro-ecological perspective on Spain's agri-food system (year 2000). *Journal of Cleaner Production* 38, 27-35.
- INFOPACK, 2008. Informe sectorial. *Revista Infopack* 140.
- Jones, M. R., 1989. Analysis of the use of energy in agriculture—approaches and problems. *Agricultural Systems* 29(4), 339-355.
- Jungbluth N. 2007. Erdöl. In: *Sachbilanzen von Energiesystemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz*,
- Jungbluth N., Chudacoff M., Dauriat A., Dinkel F., Doka G., Faist Emmenegger M., Gnansounou E., Kljun N., Schleiss K., Spielmann M., Stettler C. and Sutter J. 2007. *Life Cycle Inventories of Bioenergy*. ecoinvent report No. 17, v2.0. ESU-services, Uster, CH, from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- Kellenberger D., Althaus H.-J., Jungbluth N., Künniger T., Lehmann M. and Thalmann P. 2007. *Life Cycle Inventories of Building Products*. ecoinvent report No. 7, v2.0. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- Kohler, N., 1994. *Energie- und Stoffflussbilanzen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer*. Universität von Karlsruhe and EPFL
- Kongshaug, G., 1998. Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in Fertilizer Production. IFA Technical Conference Marrakech Morocco. September/October 1998-
- Kramer, K.J., 1996. Energy Consumption in Food Products Life Cycles, in: *Proc. International Conference of Life Cycle Assessment in Agriculture, Food, Non-Food Agro-Industry and Forestry: Achievements and Prospects*. Ceuterick, D. Flemish Institute for Technology Research (VITO), Mol, Belgium, pp. 289–293.
- Krausmann, F., Fischer-Kowalski, M., Schandl, H., Eisenmenger, N., 2008. The global sociometabolic transition. *Journal of Industrial Ecology* 12(5-6), 637-656.

- Lassaletta, L., Billen, G., Romero, E., Garnier, J., Aguilera, E., 2013. How changes in diet and trade patterns have shaped the N cycle at the national scale: Spain (1961–2009). *Regional Environmental Change*, 1-13.
- Leach, G., 1976. *Energy and food production*. IPC Science and Technology, London.
- MAGRAMA, 2007. *La alimentación en España, 2006*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- MAGRAMA, 2013. *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2011, Volumen 2: Análisis por actividades SNAP. Capítulo 8: Otros vehículos y maquinaria móvil*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- MAPA, 2003. *Diagnóstico y Análisis Estratégico del Sector Agroalimentario Español. Análisis de la cadena de producción y distribución del sector de piensos*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- MAPA, 2006. *La alimentación en España, 2006*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Mendiluce, M., Río, P., 2010. *Energía y transporte*. Cuadernos Económicos de ICE 79, 213-236.
- MF, 2011a. *Anuario Estadístico, 2011*. Ministerio de Fomento, Madrid.
- MF, 2011b. *Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera*. Ministerio de Fomento, Madrid.
- MI, 1960. *Estadística de la industria de energía eléctrica*. Ministerio de Industria, Madrid.
- MIE, 1985a. *Estadística de energía eléctrica. 1980*. Ministerio de Industria y Energía, Madrid.
- MIE, 1985b. *Estadística de las industrias del Gas, 1985*. Ministerio de Industria y Energía, Madrid.
- Milà Canals, L., Muñoz, I., McLaren, S., 2007. *LCA methodology and modelling considerations for vegetable production and consumption*. CES Working Papers, 02/07, Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, UK
- Milota, M. R., C. D. West and I. D. Hartley. 2004. *CORRIM: Phase I Final Report. Module C. Softwood lumber - Southeast region*.
- Miranowski, J., 2005. *Energy Consumption in US Agriculture*. In Outlaw, J, Collins, K.J., Duffield, J.A., 2005. *Agriculture as a Producer and Consumer of Energy*. CABI Publishing, Wallingford, pp. 68-111, 2005
- MITC, 2011. *La energía en España, 2010*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Madrid.
- Monzón, A., Pérez, P. di Commo, F., 2009. *La eficiencia energética y ambiental de los modos de transporte en España*. Cámaras, Consejo Superior.

- MTTC, 1991. Análisis de la III encuesta de transporte de mercancías por carretera. Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones, Madrid.
- Mulder, K., Hagens, N.J. 2008. Energy Return on Investment: Toward a Consistent Framework. *Ambio* 37(2), 74-79.
- Muñoz, I., Milá i Canals, L., Fernández-Alba, A. R., 2010. Life cycle assessment of the average Spanish diet including human excretion. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 15(8), 794-805.
- Murphy, D.J., Hall, C.A.S., Dale, M., Cleveland, C., 2011. Order from Chaos: A Preliminary Protocol for Determining the EROI of Fuels. *Sustainability* 3, 1888-1907.
- Naredo, J.M., 1996. La evolución de la agricultura en España (1940-1990). Universidad de Granada, Granada.
- Naredo, J.M., Campos, P., 1980. Los balances energéticos de la agricultura española. *Agricultura y Sociedad* 15, 163-255.
- Nemecek T., Heil A., Huguenin O., Meier S., Erzinger S., Blaser S., Dux. D. and Zimmermann A. 2007. Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems. ecoinvent report No. 15, v2.0. Agroscope FAL Reckenholz and FAT Taenikon, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- Nolan-ITU, 2002. Plastic Shopping Bags. Analysis of levies and environmental impacts. Department of the Environment and Heritage, Victoria.
- Norum, L. 1983. Problem formulation and quantification in energy analysis. *Energy in Agriculture* 2, 1-10.
- Outlaw, J, Collins, K.J., Duffield, J.A., 2005. Agriculture as a Producer and Consumer of Energy. CABI Publishing, Wallingford.
- Pelletier, N., Audsley, E., Brodt, S., Garnett, T., Henriksson, P., Kendall, A., Kramer, K.J., Murphy, D., Nemecek, T., Troell, M., 2011. Energy Intensity of Agriculture and Food Systems. *Annual Review of Environmental Resources*. 36, 223-246.
- Pérez-Farinós, N., López-Sobaler, A., Dal Re, M.A., Villar, C., Labrado, E., Robledo, T., Ortega, R.M., 2013. The ALADINO Study: A national study of prevalence of overweight and obesity in Spanish children in 2011. *BioMed Research International*, 1-7.
- Pimentel, D., Williamson, S., Alexander, C.E., Gonzalez-Pagan, O., Kontak, C., Mulkey, S.E., 2008. Reducing energy inputs in the US food system. *Human Ecology* 36(4), 459-471.
- Pimentel, P., Pimentel, M., 1979. Food, energy and society. Edward Arnold, London.
- Pretty J. N., Ball, A.S, Lang, T., Morison, J., 2005. Farm costs and food miles: An assessment of the full cost of the UK weekly food basket. *FoodPolicy* 30, 1–19.

- Puntí, A., 1988. Análisis energético y relaciones sociales en la agricultura. *Agricultura y Sociedad* 48, 211-222.
- RENFE, 1960. Memoria, 1960. Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Madrid.
- RENFE, 2010. Informe Económico y de Actividad. 2010. Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Madrid.
- Röder A., Bauer C. and Dones R. 2007. Kohle. In: Sachbilanzen von Energie-systemen: Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz, ecoinvent report No. 6-VI, v2.0 (ed. Dones R.). Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org)
- Rodríguez-Zúñiga, M., Soria, R., 1986. Lecturas sobre el sector agroalimentario en España. MAPA, Madrid.
- Rubio, M., 2005. Energía, economía y CO2: España 1850-2000. *Cuadernos económicos de ICE* (70), 51-76.
- SA, 2007. Comparison of existing life cycle analysis of shopping bag alternatives. Final Report. Sustainability Victoria. Melbourne.  
[http://www.sustainability.vic.gov.au/resources/documents/LCA\\_shopping\\_bags\\_full\\_report%5B2%5D.pdf](http://www.sustainability.vic.gov.au/resources/documents/LCA_shopping_bags_full_report%5B2%5D.pdf)
- Simón, X., 1999. El análisis de sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja. *Historia agraria* 19, 115-136.
- Spielmann M., Dones R., Bauer C. and Tuchschnid M. 2007. Life Cycle Inventories of Transport Services. ecoinvent report No. 14, v2.0. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- SSE, 1960. Datos estadísticos técnicos de la industria del gas. Servicio Sindical de Estadística, Madrid.
- Steinhart, J. S., Steinhart, C. E. 1974. Energy use in the US food system. *Science* 184(4134), 307-316, 184(4134).
- UN, 1969. Evasado y materiales de envasado con especial referencia al envasado de alimentos, Naciones Unidas. UnitedNations,, Nueva York.
- Werner F., Althaus H.-J., Künniger T., Richter K. and Jungbluth N. 2007. Life Cycle Inventories of Wood as Fuel and Construction Material. ecoinvent report No. 9, v2.0. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, from [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org)
- Witzke, H., Noleppa, S. 2010. EU agricultural production and trade: Can more efficiency prevent increasing “land grabbing” outside of Europe?. OPERA Research Center