



# La huella ecológica de la agricultura y la alimentación en España, 1955-2000

Óscar Carpintero  
*Universidad de Valladolid*

THE ECOLOGICAL FOOTPRINT OF AGRICULTURE AND DIET:  
THE CASE OF SPAIN, 1955-2000

## Resumen

Desde mediados de los años noventa la huella ecológica (HE) se ha convertido en un importante indicador para medir la sostenibilidad ambiental de las actividades económicas. En este trabajo se hace uso de ella aplicándolo a la agricultura y la alimentación de la población española durante la segunda mitad del siglo XX. Sin embargo, a la hora de estimar la superficie ecológicamente productiva necesaria para satisfacer el consumo de productos agrícolas y la dieta alimentaria, se ha optado por utilizar los rendimientos reales de los cultivos en España, a diferencia de lo que postula la metodología estándar que expresa dicha superficie en hectáreas de productividad media global. Las cifras ponen de relieve el impacto ecológico y territorial de la modernización agraria y ganadera, la creciente dependencia y ocupación de espacio ambiental en terceros países para satisfacer el consumo de productos agrarios, y las exigencias territoriales asociadas a la expansión de una dieta cada vez más rica en proteínas animales (carne y pescado).

## Palabras clave

huella ecológica, agricultura, sostenibilidad, indicadores biofísicos, dieta.

## Abstract

The ecological footprint has become an important indicator to measure the environmental sustainability of the economic activities since its introduction in the mid-1990s. In this paper it is used to estimate the area of productive land that is demanded for the Spanish agriculture and population diet during the second half of the twenty century. We have used the Spanish specific yields to calculate the Ecological Footprint, contrary to the standard methodology that expresses its results in global average hectares. The figures shows the ecological and land impact of the agriculture modernization, the growing dependence and occupation of environmental space of spanish economy in the rest of the world to maintain its consumption of agrarian products, and the land demands associated to the expansion of a high animal protein diet.

## Key Words

ecological footprint, agriculture, sustainability, biophysical indicators, diet.

# La huella ecológica de la agricultura y la alimentación en España, 1955-2000

Óscar Carpintero  
Universidad de Valladolid

## 1. Introducción

El proceso que llevó a la ciencia económica a dar la espalda a sus referentes físicos para concentrarse en el universo de los valores de cambio produjo también el abandono de otro importante elemento: el territorio. A pesar de convertirse en el soporte de las propias actividades económicas como fuente de recursos naturales y sumidero de todo tipo de residuos, éste fue progresivamente arrinconado por el enfoque económico convencional. En el caso español, la institucionalización de la ciencia económica desde mediados del siglo XX favoreció este proceso al sustituir la tradicional *Geografía Económica* —con todas sus deficiencias— por la entonces nueva *Estructura Económica*, que se postulaba precisamente como superadora del enfoque fundamentalmente espacial de la primera (más detalles sobre esta cuestión en Carpintero 2006). Y aunque la Economía Regional parecía una firme candidata a recoger el testigo de las preocupaciones territoriales, su posterior evolución y recientes desarrollos dejaron en suspenso este deseo.

Esta desatención teórica ha corrido también paralela a una creciente desconexión y divorcio en la práctica, que ha afectado a dos actividades económicas que, por definición, están muy vinculadas al territorio: la agricultura y la ganadería. En el primero de los casos, el progresivo divorcio entre los cultivos plantados y las vocaciones productivas de los territorios (las características edafoclimáticas) ha generado una agricultura cada vez más hipotecada energéticamente e hídricamente, y con gran capacidad erosiva. En cuanto a la ganadería, cabe reseñar la ruptura de la natural simbiosis entre cultivos y cría de ganado dentro de las propias explotaciones tradicionales, y el desaprovechamiento generalizado de los recursos pastables que gratuitamente ofrece la naturaleza cada año, en favor de la cría estabulada del ganado al margen de las características del terreno.

Se comprende, entonces, que, paradójicamente, la reinsertión en serio del territorio en las preocupaciones de los economistas (en especial los ecológicos) viniera, en parte, de la mano de los geógrafos preocupados por el impacto ambiental de las actividades económicas. Una de las aportaciones más relevantes en este campo ha sido la aparición del indicador denominado huella ecológica que, sintéticamente, calcula la utilización de superficie ecológicamente producti-

va (en hectáreas por habitante) necesaria para satisfacer el modo de producción y consumo de un territorio, y absorber los residuos gaseosos generados como consecuencia de la utilización de combustibles fósiles (véase, por ejemplo, entre la abundante literatura: Wackernagel y Rees, 1996; Wackernagel, et al., 1999, Haberl, et al., 2001; Hubacek y Giljum, 2003; *Land Use Policy*, nº 21, 2004; WWF, 2004, Carpintero, 2005).

## 2.- La huella ecológica de los cultivos agrícolas y su extensión territorial

En general la huella ecológica de la agricultura relaciona el consumo aparente (producción + importaciones - exportaciones) per cápita (tm/hab) de cada producto con el rendimiento al que se obtiene ese producto (tm/ha). El resultado son las hectáreas/habitante que se ocupan para satisfacer ese consumo, lo que a su vez se compara con la capacidad ecológica de ese territorio. Aunque existen distintas posibilidades de cálculo según los rendimientos o productividades (nacionales o globales) consideradas, en el caso que aquí nos ocupa la huella y el déficit ecológico calculados informan del territorio que, *con las mismas características de rendimientos que el español*, necesitaríamos para mantener nuestro consumo anual de productos agrícolas (Carpintero, 2005). Esta opción, aunque tiene la ventaja de apreciar en cuantas hectáreas *reales* deberíamos extender nuestros *actuales* límites, posee el inconveniente de dificultar las comparaciones internacionales debido a que, distintas y superiores productividades de la tierra, pueden enmascarar situaciones de mayor consumo. Para vencer esta eventualidad los promotores de este indicador han realizado cálculos de huella ecológica teniendo en cuenta las “productividades medias mundiales”, de modo que los déficit ecológicos mostrarían un desequilibrio general en términos de “hectáreas con productividad media mundial” que no se sitúan en ningún lugar concreto (Wackernagel, et al., 1999)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Una comparación de los resultados siguiendo métodos diferentes, es decir, productividades nacionales y globales, se puede consultar para el caso de Austria en Haberl, Erb, y Krausmann, (2001).

En Carpintero (2005a) se recogen las cifras de la huella ecológica *total* de la economía española referidas a cinco apartados: huella agrícola, pastos, forestal, marítima y “energética” (superficie forestal necesaria para absorber las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los combustibles fósiles). En total, esta cifra alcanzó en 2000 un valor de 4,8 hectáreas/habitante, siendo la superficie ecológicamente productiva solamente 1,4 hectáreas/habitante. Pues bien, si dejamos a un lado la huella relacionada con la absorción del dióxido de carbono derivado de la combustión energética (3,2 hectáreas/habitante), la huella ecológica per capita relacionada con los cultivos agrícolas se viene manteniendo en torno al 30 por 100 de esa huella ecológica total de la economía española. Y ello en un escenario donde, desde 1955, se ha producido un incremento poblacional respetable y un aumento de los rendimientos agrícolas también considerable. Sin embargo, estos dos efectos se han visto claramente contrarrestados por el crecimiento en el consumo de alimentos tanto con destino humano como, fundamentalmente, por la alimentación animal, lo que explica la estabilidad del valor global estimado para la huella de los cultivos en este período. La Tabla 1 ilustra razonablemente este hecho. Por un lado, recoge cómo el grueso del impacto se concentra en una variedad de cultivos, los cereales grano que, con una huella de 1.945 m<sup>2</sup> (0,1945 hectáreas) por habitante en 2000, suponen el 46 por 100 del total para ese año. Desde el punto de vista porcentual, aunque siguen siendo mayoritarios, han visto

reducido su peso desde el 53 por 100 en 1955, dando paso a otros cultivos que han incrementado su huella, como es el caso de los cultivos industriales con 592 m<sup>2</sup>/hab, el olivar con 527 m<sup>2</sup>/hab, o los forrajeros. Sin embargo, a pesar de que la tendencia de la huella ecológica en el caso de los cereales grano es descendente —dado que los rendimientos por hectárea superan al crecimiento del consumo— esto no se traduce en una reducción del déficit “ecológico”.

La trayectoria seguida por este grupo de cultivos ha venido acompañada de una importante ocupación de espacio en el resto del mundo que, a mediados de los noventa, presentaba una punta de 3.298.549 hectáreas y terminaba en 2000 con más de un millón. No en balde el recurso masivo a las importaciones de grano para la alimentación animal —que ahora se puede cuantificar territorialmente— ha acabado pasando factura en términos de ocupación de suelo más allá de nuestras fronteras. Los cereales grano afloran así como los abanderados de una tendencia de la agricultura española en la que ésta ha pasado de abastecer al resto del mundo en los años cincuenta, poniendo a disposición del extranjero 88.207 hectáreas<sup>2</sup> para, después, ocupar esas hectáreas en terceros países: 1,3 millones a comienzos de los sesenta, alcanzando una década más tarde los 2 millones. Al finalizar el siglo, estas

<sup>2</sup> Entre los años 1955-1960 la media del excedente fue de 131.092 hectáreas, de las cuales 13.940 eran para cereales grano, a pesar del dato negativo de 1955. Es precisamente a partir de 1961 cuando el déficit se hace más evidente.

Tabla 1. Huella ecológica de los cultivos agrícolas, 1955-2000 (Hectáreas/habitante)

CULTIVOS	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
Cereales	0,2611	0,2747	0,2382	0,2035	0,2120	0,1809	0,2548	0,1945
Leguminosas	0,0390	0,0374	0,0216	0,0124	0,0184	0,0145	0,0428	0,0275
Tubérculos	0,0125	0,0138	0,0110	0,0086	0,0073	0,0058	0,0054	0,0033
Cultivos Industriales	0,0117	0,0211	0,0603	0,0573	0,0595	0,0970	0,0781	0,0592
Cultivos Forrajeros	0,0231	0,0269	0,0319	0,0299	0,0307	0,0303	0,0279	0,0284
Hortalizas	0,0083	0,0102	0,0119	0,0106	0,0103	0,0089	0,0075	0,0072
Flores	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Cítricos	0,0004	0,0019	0,0027	0,0031	0,0031	0,0025	0,0027	0,0023
Frutales	0,0076	0,0080	0,0186	0,0167	0,0360	0,0377	0,0347	0,0196
Viñedo	0,0517	0,0529	0,0455	0,0401	0,0351	0,0313	0,0294	0,0273
Olivar	0,0718	0,0680	0,0578	0,0493	0,0509	0,0513	0,0521	0,0527
Otros Cultivos Leñosos	0,0054	0,0054	0,0042	0,0029	0,0025	0,0022	0,0019	0,0018
<b>TOTAL (ha/hab)</b>	<b>0,4926</b>	<b>0,5204</b>	<b>0,5038</b>	<b>0,4343</b>	<b>0,4659</b>	<b>0,4626</b>	<b>0,5373</b>	<b>0,4239</b>
<b>TOTAL (miles has)</b>	<b>14.276</b>	<b>15.900</b>	<b>17.833</b>	<b>16.680</b>	<b>18.129</b>	<b>18.078</b>	<b>21.057</b>	<b>17.167</b>
<b>SUPERFICIE AGRARIA (miles has)</b>	<b>20.456</b>	<b>20.730</b>	<b>20.834</b>	<b>20.415</b>	<b>20.089</b>	<b>19.657</b>	<b>18.753</b>	<b>18.304</b>
<b>Déficit (-)/ Excedente (+) (miles has)</b>	<b>6.180</b>	<b>4.830</b>	<b>3.001</b>	<b>3.735</b>	<b>1.960</b>	<b>1.579</b>	<b>-2.304</b>	<b>1.137</b>
<b>SUPERF. CULTIVADA (miles has)</b>	<b>14.364</b>	<b>14.561</b>	<b>15.824</b>	<b>15.958</b>	<b>16.639</b>	<b>16.193</b>	<b>15.378</b>	<b>14.723</b>
<b>Déficit (-)/ Excedente (+) (miles has)</b>	<b>88</b>	<b>-1.339</b>	<b>-2.009</b>	<b>-722</b>	<b>-1.490</b>	<b>-1.885</b>	<b>-5.679</b>	<b>-2.444</b>

Fuente: Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas. Véase el Anexo Metodológico.

exigencias netas sobrepasaban en 1995 los cinco millones de hectáreas<sup>3</sup> —descendiendo a 2,4 millones en 2000— y estaban concentradas fundamentalmente en los cereales, las leguminosas grano<sup>4</sup>, y en los cultivos industriales procedentes de las economías del norte de Europa y Estados Unidos desde los años setenta y, ya en la década de los ochenta, de la actual Unión Europea. Lo que, de paso, explica que *el déficit ecológico que arrastra la agricultura española en términos de cultivos equivaliera ya en 2000 al 16 por 100 de la superficie total cultivada*.

Precisamente es cuando diferenciamos entre el total agrario y la superficie efectivamente cultivada, cuando se vislumbra la verdadera evolución deficitaria en términos territoriales de la agricultura española. El Gráfico 1 muestra cómo, en el primero de los casos, el desequilibrio no se manifiesta hasta mediados de los noventa —con esos 2,2 millones de hectáreas globales—; pero los mismos dos millones aparecen ya en 1975 cuando nos referimos a la superficie efectivamente cultivada. Una tendencia al declive que apenas es compensada por los “excedentes territoriales” que la agricultura presenta en cultivos como las hortalizas, los frutales, los cítricos

y el olivar que, con 426.931 hectáreas de excedente ecológico total en 2000 apenas pueden hacer variar la trayectoria deficitaria general. Los excedentes, por el contrario, no deben entenderse en ningún modo como que la tierra no se ocupa para el cultivo. La diferencia estriba en quién realiza ese aprovechamiento, aspecto éste que depende de si el consumo aparente supera o no a la producción doméstica.

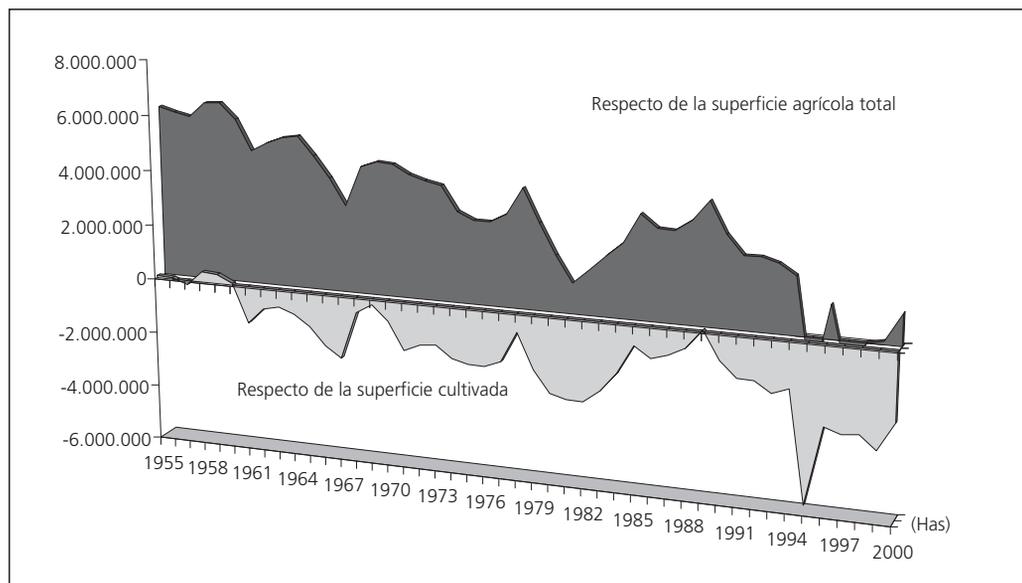
En cuanto a los cereales grano cabe subrayar que el grueso del déficit territorial se localiza en los países de la Unión Europea fundamentalmente a causa de las importaciones netas de trigo. Se trata de un tonelaje que —si lo estimamos en tierra agrícola española necesaria para suplir las importaciones— supuso, por ejemplo, la apropiación de 2.849.110 hectáreas en 1995 de las cuales 1.075.857 se localizaban exclusivamente en Francia<sup>5</sup>. Las importaciones de maíz desde Estados Unidos también se reflejaron territorialmente con una ocupación de suelo de 354.224 hectáreas en el mismo período. A ello habría que sumar la progresión experimentada por el déficit ecológico de los cultivos industriales y, dentro de éstos, de la soja que con destino a la alimentación de ganado, es importada prácticamente en su totalidad. Los más de dos millones de toneladas de mediados de los noventa explicarían en gran medida los casi 1,4 millones de hectáreas de suelo agrícola apropiado por

<sup>3</sup> En este último dato tuvo mucho que ver la pésima cosecha de 1995 que, aumentando la superficie cultivada supuso una reducción de dos tercios en la producción, lo que implicó también un declive importante del consumo aparente que se reflejó así en un aumento espectacular de los requerimientos de tierra por kilogramo. El efecto es el mismo que una caída brusca en la productividad del suelo. La suma de los cultivos territorialmente deficitarios (cereales y leguminosas grano, tubérculos y cultivos industriales) ascendió a 6.107.372 hectáreas; compensadas, en parte, por el “excedente territorial” del resto de cultivos.

<sup>4</sup> Por ejemplo, un porcentaje elevado del incremento de las leguminosas grano en 1995 se debe a las fuertes importaciones de guisantes secos para consumo animal.

<sup>5</sup> Dado que la agricultura media europea —y la francesa en particular— al igual que la estadounidense, presentan rendimientos considerablemente superiores a la española, el territorio *efectivamente* ocupado por las demandas españolas fue menor aunque en 1995 alcanzó la nada despreciable cantidad de 736 mil hectáreas. En el resto de cultivos las diferencias no son tan importantes. En todo caso nos ha parecido más adecuado cuantificar el territorio que, *con las mismas características que el nuestro*, nos haría falta para soportar estas exigencias en recursos.

Gráfico 1. Déficit (-) /excedente (+) ecológico de los cultivos agrícolas, 1955-2000 (Hectáreas según el tipo de superficie)



Fuente: Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas. Véase el Anexo Metodológico.

España en terceros países, entre los que se encuentran Estados Unidos con 900 mil hectáreas, seguido de Brasil con 370 mil y Argentina con 120 mil. Asistimos, por tanto, a una destacable transformación en el patrón con el que la economía española se había insertado en el comercio internacional a mediados del siglo pasado: de ser netamente abastecedores del resto del mundo en materias primas agrícolas, a demandar crecientemente recursos y territorio de terceros países. Si dejamos al margen el año 1995 por sus peculiares características, vemos que la década de los noventa potenció este desequilibrio pasando de los 1,8 millones a comienzos de los noventa a los 2,4 millones de hectáreas de déficit en el año 2000.

3.- “Toda carne es hierba”...y plancton: cambios en la dieta y su contribución a la expansión de la huella ecológica de la alimentación

3.1. Del problema del hambre al impacto ambiental de la dieta

Una parte importante de aquellos cultivos a que nos hemos referido no han tenido —ni tienen— como principal vocación la alimentación humana *directa*. Esta circunstancia, sin embargo, es propia tanto de España como de la mayoría de los países “ricos”, y viene a colación por los posibles impactos directos e indirectos ocasionados por la dieta. Cabe recordar que, desde hace décadas, se ha vertido abundante literatura en relación con el problema del hambre en el mundo y las posibilidades abiertas para su resolución. Del viejo debate se pudo concluir que, con la cosecha mundial de grano, se podían satisfacer las necesidades energéticas de la población y que, si no se llegaba a este resultado, era por problemas distributivos y falta de voluntad política. En los últimos veinte años, sin embargo, la antigua discusión en torno a la pobreza, la riqueza y el hambre comenzó a incorporar de forma más sistemática un interesante análisis sobre las consecuencias ecológicas asociadas a diferentes modelos de alimentación y consumo (Pimentel et al., 1973; Pimentel y Pimentel, 1979; Durning y Brough, 1991; Brown y Kane, 1994; Kendal y Pimentel, 1994; Pimentel y Giampietro, 1994; Goodland, 1997; Bouma et al., 1998; White, 2000; Seidl, 2000; Riechmann, 2001, Gerbens-Leenes, Nonhebel, Ivens, 2002; Gerbens-Leenes, Nonhebel, 2002). El camino para este tipo de reflexiones no fue difícil de recorrer habida cuenta de que gran parte de los participantes acumulaban una experiencia considerable en la elaboración de balances energéticos de la agricultura desde los años setenta, por lo que fue fácil vincular aquellas investigaciones con las “nuevas” preocupaciones.

Dado que los animales cuya carne ingerimos se alimentan cada vez menos de pasto y, cada vez más de grano y cultivos forrajeros, una de las primeras conclusiones que vertieron la mayoría de esos trabajos fue que *las dietas ricas en carne vienen requiriendo aproximadamente tres veces más territorio cultivado que las dietas vegetarianas*. Las exigencias, no sólo territoriales, sino también de energía, agua y otros recursos son tan desproporcionadas que evidencian claramente la

imposibilidad de generalizar una dieta rica en proteínas y grasas animales a todos los habitantes del planeta. Y, por tanto, aparece de nuevo sobre el tapete la cuestión distributiva frente al ideal del crecimiento.

La expresión “territorial” de esa mala distribución aflora al comparar la huella ecológica provocada por el consumo de vegetales, que es relativamente parecida entre diferentes territorios, con la gran disparidad en lo concerniente a la huella asociada al consumo de productos animales (White, 2000: 150-151). Hay ya algunos datos que ilustran este hecho con contundencia: los ciudadanos de América del Norte presentan una huella ecológica asociada al consumo de carne 7,4 veces mayor que los habitantes africanos o casi 5 veces respecto de los asiáticos, triplicando a su vez la media asignada a la población mundial. Proporciones similares encontramos también en los habitantes de Oceanía y Europa donde las distancias presentan ordenes de magnitud semejantes. Si a los datos anteriores unimos la dosis de calorías tanto vegetales como animales ingeridas por las diferentes poblaciones veremos, por ejemplo, que aunque un norteamericano consume aproximadamente sólo un 50 por 100 más de calorías que un habitante del continente africano, el creciente origen cárnico de las mismas hace que el impacto ambiental producido finalmente sea un 175 por 100 superior.

Cifras como las anteriores se dan, pues, de bruces con los argumentos que hacen descansar la solución del hambre en la extensión generalizada de la dieta euronorteamericana rica en carne. Algo difícil de admitir también cuando sabemos que: “...un acre de cereales puede producir entre dos y diez veces más proteínas que un acre destinado a la producción de carne de vaca. Lo mismo que un acre de leguminosas puede producir entre dos y veinte veces más que un acre destinado a la producción de carne” (Goodland, 1997: 195).

3.2. “De la hierba a la sangre”: Evolución y cambios en la huella ecológica de la alimentación en España

La desconexión de la actividad agrícola respecto de los cambios ambientales continuó en lo concerniente al negocio ganadero con consecuencias muy negativas sobre el impacto ecológico del modelo alimentario. Y es que las desavenencias entre territorio y actividad ganadera se han venido manifestando en varios frentes, a saber: en el cambio de orientación del ganado cebado en las explotaciones, en las variaciones de las especies utilizadas, en la dependencia exterior respecto de la alimentación del ganado, y en el consiguiente abandono de la ganadería extensiva. El proceso de mecanización agraria espoleó la sustitución del ganado de trabajo por el ganado de renta y, en este sentido, la orientación hacia la carne y la leche provocó la sustitución de especies autóctonas por otras exóticas más “eficientes” en la producción, fenómeno que afectó fundamentalmente a todos los tipos ganaderos (vacuno, ovino, caprino y porcino) en mayor o menor medida. Para lograr tanto el incremento en el número de cabezas como en su peso, comenzaron a destinarse

desde los años sesenta y setenta ayudas públicas importantes para la puesta en práctica de cebaderos complementadas con ayudas e incentivos a la producción (Acción Concertada), intentando poner en práctica algunas recomendaciones que años atrás había vertido la delegación de la FAO y el Banco Mundial en su célebre Informe de mediados de los sesenta. Todo lo cual derivó en una progresiva reducción de las prácticas extensivas de aprovechamiento de pastos naturales y dehesas, relativamente abundantes en algunas zonas de la península, pero escasamente relevantes en una estrategia como la diseñada. Que estas iniciativas tuvieron un “éxito” considerable en poco tiempo lo prueba el hecho de que a mediados de los sesenta, sólo el 11 por 100 de la carne consumida procedía de terneros primados, mientras que a comienzos de los setenta, en 1973, esa cifra alcanzaba ya al 43 por 100 de la cabaña (García Dory 1980: 125). En definitiva, se trataba de “...una política más dispuesta a producir la mayor cantidad de carne en menor tiempo posible, que a pensar en el equilibrio del modelo y en el coste social de otro tipo de alternativas para el desarrollo de la producción ganadera” (Sumpsi, 1982: 324). La descripción de estos rasgos hizo que desde los años ochenta, se hablase de un modelo ganadero “desequilibrado” y muy dependiente económica y energéticamente (Rodríguez Zúñiga, et al., 1980; De Blas, et al., 1982; Sumpsi, 1983).

Se entiende, entonces, que la actual ganadería haya exigido buena parte de la superficie y producción agrícola para su alimentación y desarrollo. Y aquí lo normal ha sido siempre acordarse de la predicción que en su día hiciera a comienzos de siglo XX Flores de Lemus:

“Era, pues, pronóstico fácil que apenas la producción se fuera acercando al límite del consumo interior quedaría refrenada por el precio, y la explotación de nuestros campos habría de orientarse hacia la transformación de la producción vegetal en carne y sangre, en cantidades cada vez mayores absoluta y relativamente” (Flores de Lemus, 1926: 143).

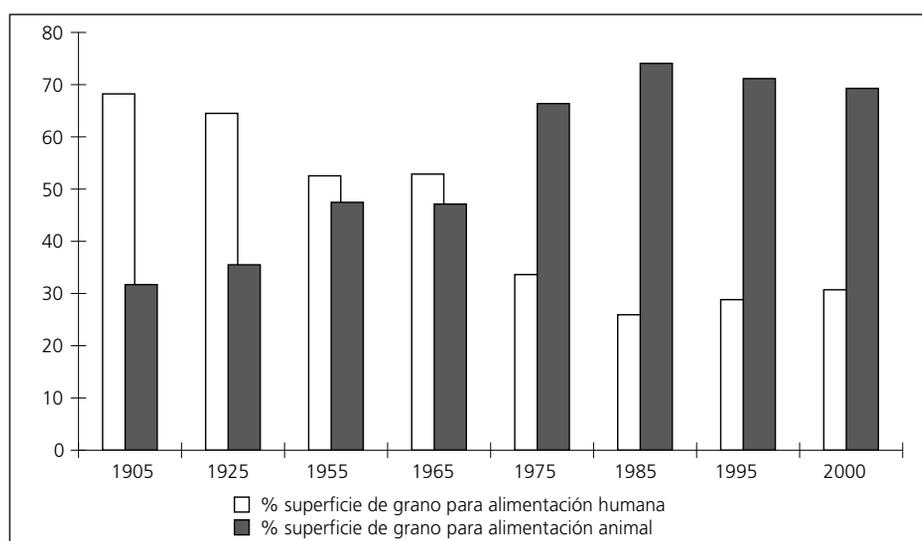
Merece la pena traer de nuevo a colación un texto que, después de tantos años, sigue ofreciendo una independencia de criterio apreciable, además de la suficiente sensibilidad y falta de papanatismo para no ver —en las simples roturaciones practicadas para incrementar las tierras de cultivo con destino a la alimentación de ganado— aumentos inequívocos en la senda del progreso:

“Se ha roturado lo que se ha podido —escribía Flores— no lo que se ha debido roturar, y el gran avance de la superficie cultivada no representa, en su parte principal, un progreso efectivo de nuestra economía. En unos cuantos años *se ha convertido alegremente en dinero el patrimonio que en forma de materia orgánica había acumulado el tiempo en esos suelos*” (Flores de Lemus, 1926: 144).<sup>6</sup>

No es de extrañar que, mientras a comienzos de siglo, en 1905, la proporción entre la superficie dedicada a alimento

<sup>6</sup> Énfasis nuestro. Que la roturación de tierras de pasto en cultivo implica una importante pérdida de materia orgánica lo evidencian investigaciones a largo plazo, que muestran una reducción del contenido en nitrógeno entre el 25 y el 70 por 100 y de carbono en un 50 por 100, para períodos de 30 a 90 años. A lo que se podrían añadir los efectos derivados de la reducción en la capacidad de filtración del agua, etc. (Smil, 1999: 304).

Gráfico 2. Actualización de la predicción de Flores de Lemus (Comparación de la superficie ocupada por cultivos de grano dedicados a la alimentación humana y animal, 1905-2000)



**Fuente:** Para 1905 y 1925, Flores de Lemus, (1926: 148). Para el resto de años, elaboración propia con datos de MAPA, *Anuario estadístico de la producción agraria* (Varios años). Se han considerado como grano para alimentación animal los cereales (salvo el trigo y el arroz), las leguminosas grano (excepto las judías, las lentejas y los garbanzos), y los cultivos forrajeros.

humano y la destinada a pienso para el ganado era de algo más de dos tercios frente a un tercio favorable a la primera; en 2000 las proporciones se hubieran invertido completamente: ahora la superficie de grano destinada a la alimentación animal ocupaba el 69,3 por 100, dejando el 30,7 para el consumo humano directo (Gráfico 2).

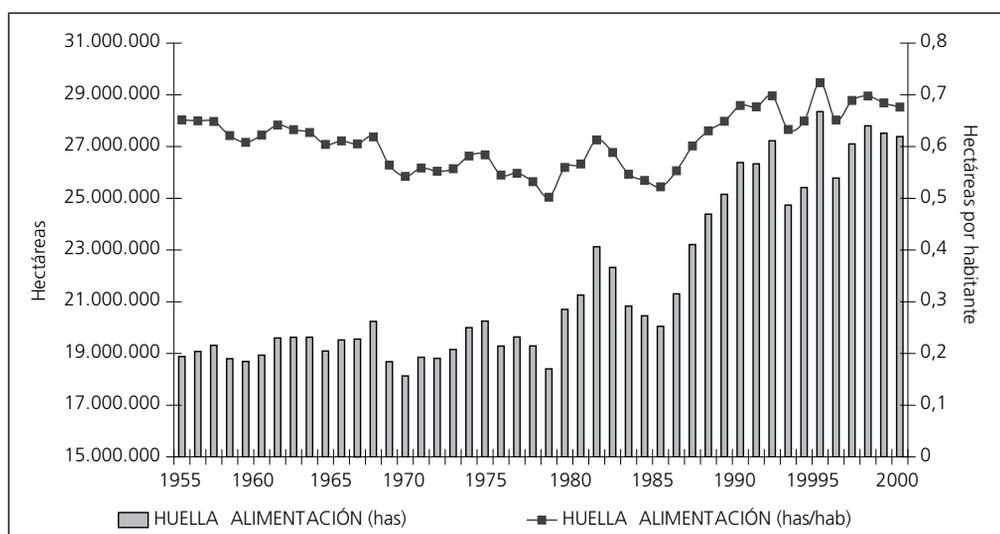
El reflejo en la producción tampoco se hizo esperar, llegando a destinarse en 2000 el 86 por 100 del grano a la alimentación animal, lo que refleja tanto el sesgo en la orientación cárnica del aparato productivo, como de la dieta ingerida por la población. Tal es así que, si nos centramos en el período de estudio de este trabajo y comparamos los datos anteriores con la superficie y producción de todos los cultivos, se observa que entre 1955 y 2000 la superficie para alimentación animal se incrementó un 32 por 100 lo que se tradujo en un aumento en la participación de este tipo de superficie pasando del 21,5 al 31,3 por 100 de la superficie total cultivada en España, mientras que desde el punto de vista de la producción en tonelaje, el grano para ganado pasó de acumular el 41 por 100 en 1955 a representar dos tercios de la producción total (el 67 por 100) en 2000. Y esto sin contar que, a la vez, los incrementos registrados no fueron suficientes para alimentar la cabaña ganadera intensiva por lo que se hacía necesaria la importación masiva de pienso externo (maíz, y soja fundamentalmente), a la vez que se abandonaban los pastos autóctonos propios de las prácticas extensivas.

Los efectos de este cambio se vieron acompañados por modificaciones en las pautas de alimentación de la población que, como cabía esperar, incrementó su ración diaria de energía endosomática, variando a su vez la composición de la misma. En efecto, la dieta española pasó de aportar 2.631 kcal/hab/día en 1961 a 3.352 kcal/hab/día de 2000. En contra de lo que se pudiera pensar, el incremento en la ración de carne

no se realizó con cargo a las razas autóctonas disponibles en la península, sino que bajo la creencia de una mayor productividad de las razas importadas se llevó a cabo un proceso de sustitución que ha dejado el censo de especies autóctonas en porcentajes, según especies, del 20 y 30 por 100 de la cabaña. Lo más grave es que este proceso se ha culminado sin estar clara del todo la mayor eficiencia de las razas importadas, tal y como ya demostró a finales de los setenta el propio Ministerio de Agricultura, y reiteraron algunos investigadores como García Dory (García Dory, 1980:147). Así, el afán productivista que prescinde del pasto y acude al grano, además de arrastrar los costes energéticos asociados a esos cultivos, entra en competencia con el aprovechamiento humano directo de esa producción vegetal reduciéndose la eficiencia energética del proceso de alimentación humana a cotas bastante bajas.

Y no sólo la eficiencia energética, también la territorial. Tal y como pone de manifiesto el Gráfico 3, para satisfacer la demanda producida por el consumo de los principales alimentos entre 1955 y 2000 la huella de deterioro ecológico ha aumentado un 10 por 100 pasando de los 6.515 a los 7.387 m<sup>2</sup>/hab en 1995 y 6.762 en 2000. Dado el crecimiento poblacional experimentado entre ambas fechas, este incremento per capita se ha saldado en términos absolutos —es decir, respecto a la cantidad total del territorio ocupado para la alimentación— con una expansión de la superficie en casi el 50 por 100. No en vano, los 18,8 millones de hectáreas de 1955 se van a transformar en 28,9 millones en 1995 y 27,8 millones en 2000. Bien es verdad que es preciso mencionar la peculiar estructura que presenta esta huella “alimenticia” en el caso español. Por un lado, cabe diferenciar el componente *terrestre* expresado por la suma de huella ecológica asociada al consumo de cultivos agrícolas para consumo directamente humano, y las exigencias territoriales que acarrea la alimentación de ganado que

Gráfico 3. Evolución de la huella ecológica de la alimentación en España, 1955-2000



Fuente: Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas. Véase el Anexo Metodológico.

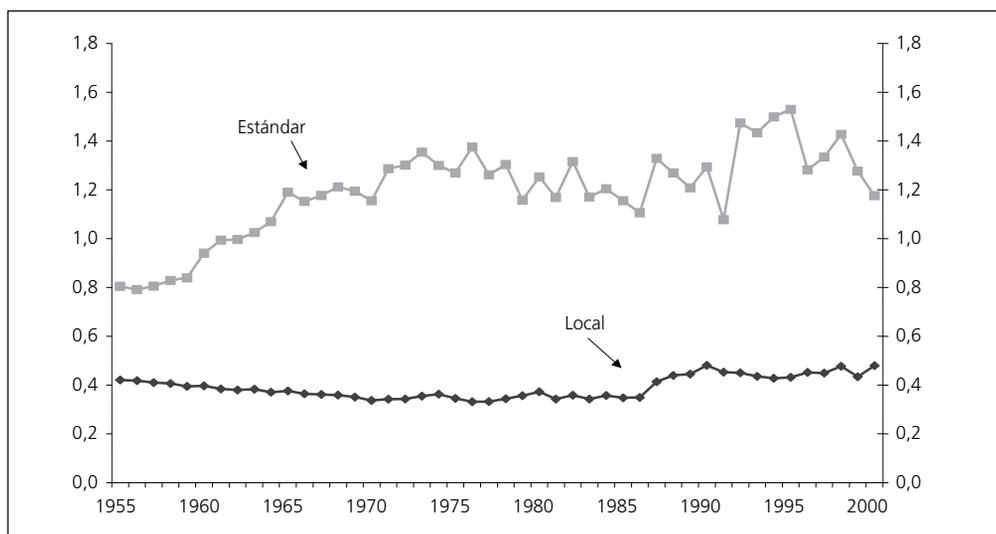
sirve para el posterior consumo de carne en sus diversas formas. Además, a la vertiente terrestre se debe añadir la fracción de la dieta que tiene su origen en la captura de pescado, bien sea dentro o fuera de las propias aguas jurisdiccionales, y que denominaremos huella *marítima*. A la vista de las cifras ofrecidas tal vez sorprenda el tamaño de esta última huella.

En la explicación de este dato intervienen tanto la peculiar estructura geográfica de nuestro país rodeado de litoral, como *la menor productividad de los mares en relación a otros territorios*, o la fuerte expansión tanto del consumo doméstico de pescado como de la flota española más allá de los límites asignados administrativamente. Aunque en términos per capita, el impacto espacial ha aumentado un 10 por 100 desde los años cincuenta hasta 2000, entre medias se han producido oscilaciones importantes y cambios en el origen territorial, sea éste doméstico o importado, de la huella marítima. Una evolución en la que destaca, por ejemplo, la reducción operada entre 1955-1975 y que llega hasta 1985, amparada en un ritmo de capturas muy superior al propio crecimiento en el consumo por habitante. Se pasa de consumir, en 1955, 26 kg/hab con unas extracciones de 62 kg/ha a demandar 41 kg/hab en 1975 con unas capturas de 120 kg/ha. *Obviamente, en este escenario, una reducción de la huella marítima no debe interpretarse mecánicamente como una mejora ambiental, pues a menudo encubre una política de capturas agresiva que, lejos de practicar extracciones sostenibles, acaba esquilmando el propio recurso pesquero*. Y este es precisamente el caso de la economía española como consecuencia de la expansión y crecimiento de la flota pesquera interna y externa. Se trata de todos modos de un caso similar al que se produce en la huella agrícola con rendimientos locales, pues la utilización gene-

ralizada de maquinaria y agrotóxicos ha incrementado los rendimientos pero a costa de una huella en forma de inputs mayor, como tendremos ocasión de ver más adelante.

Se hace así necesario profundizar en la evolución de las rúbricas del propio indicador y sobre todo en sus valores *absolutos*, que efectivamente empeoran consecuencia de una especie de “efecto rebote”. La valoración de esta circunstancia también se puede realizar calculando la huella marítima con la metodología estándar, es decir, computando una productividad fija de los mares de 29 kg/ha y comparándola con el consumo per capita de España. De esta manera se obtiene una huella mayor para la economía española que presenta una trayectoria diferente de la huella marítima utilizada por nosotros y que se puede observar en el gráfico 4. En efecto, mientras en el caso estándar la productividad fija y sostenible lleva a que el incremento de la huella por habitante derivada del consumo de pescado se acerque al 47 por 100 entre 1955 y 2000, en el supuesto utilizado aquí ese aumento *per capita* alcanza el 14 por 100. Dado el carácter prudente de las estimaciones se ha preferido manejar principalmente el segundo dato aunque siendo conscientes de las ventajas que presenta en este caso la metodología estándar. No obstante, en la tabla 2 ofrecemos como “promemoria” la huella de la alimentación incorporando la cifra de la huella marítima estándar. De cualquier modo, será a partir de la entrada de nuestro país en la CEE cuando se produzca un repunte de la huella marítima consecuencia, por un lado, de la leve pero progresiva reducción de las capturas por la sobreexplotación de los bancos autóctonos —que no llega a sus últimas consecuencias debido a la ocupación de caladeros en terceros países— y, de otra parte, un alza en el consumo aparente de pescado per capita, al calor también de la

Gráfico 4. Comparación entre la huella marítima estándar y la huella marítima con “productividades” locales, 1955-2000 (Hectáreas por habitante)



**Fuente:** Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas. Siendo difícil hallar datos específicos, las “productividades locales” se estiman, por analogía con la agricultura, en el sentido de “extracciones por hectárea” de mar.

fuerte expansión de las importaciones netas.

Aunque, con las variaciones señaladas, las huellas marítimas por habitante en 1955 y 2000 no sean muy diferentes según la metodología modificada aquí adoptada, globalmente, las hectáreas ocupadas en *términos absolutos* lejos de reducirse se han incrementado también un 58 por 100. Esta circunstancia ha extendido nuestra acción sobre las aguas en más de 7 millones de hectáreas en 2000, superando ampliamente la propia Zona Económica Exclusiva (ZEE), lo que supone aproximadamente también un déficit que representa el mismo porcentaje respecto de dicha área de uso restringido. El problema es que no podemos confiar en una expansión indefinida de nuestra huella marítima para hacer frente a las exigencias de una dieta cada vez más rica en proteínas y calorías animales, y no sólo porque se haga a costa de terceros países. Como subraya oportunamente Ramón Margalef:

“La extracción de productos del mar por parte del hombre representa solamente 30 mg de carbono orgánico por metro cuadrado y año, una fracción pequeñísima de la producción primaria. Es, además, como el tres por ciento, aproximadamente, de la cantidad de materia orgánica que los ecosistemas continentales exportan a los oceánicos. Un rendimiento tan exiguo contrasta con las esperanzas puestas, en un pasado próximo, en el mar como despensa de la humanidad. Sabemos que, por unidad de superficie, el mar produ-

ce una tercera parte de lo que produce la tierra firme. Además esta producción no es utilizable ni directamente (fitoplancton) ni en los niveles más próximos de la cadena trófica. No podemos comer zooplancton, y las especies aprovechables que constituyen una parte importante de fitoplancton son pocas (...) Todo esto ayuda a comprender que sólo el dos por ciento de los alimentos que consume la humanidad (en calorías) procede de los océanos” (Margalef 1992: 124-125).

Efectivamente, ese porcentaje del 2 por 100 de calorías con origen en productos del mar era en España, precisamente, el 2,4 por 100 en 2000.

En la Tabla 2 se recogen los requerimientos asociados tanto al consumo de productos vegetales de utilización “directa” por parte de la población, como al propio consumo de carne. Ambos consumos, sumados en la denominada huella *terrestre*, han pasado de sumar 2.307 m<sup>2</sup>/hab en 1955 a suponer 3.172 m<sup>2</sup>/hab en 1995, para descender finalmente a 1.964 en 2000. Expansión que alcanza mayores cotas cuando lo traducimos a hectáreas totales pues la cifra de los años cincuenta que alcanza los 6,6 millones de hectáreas se transforma en 12,4 millones a mediados de los noventa y casi 8 millones en 2000, mostrando un incremento del casi el 20 por 100 hasta esa última fecha. Sin embargo, la tendencia general al alza esconde comportamientos particulares muy diferentes. Contrastando con la expansión global, han sido los productos vegetales la única gama que, en

Tabla 2. Huella ecológica de la alimentación, 1955-2000 (\*)  
(años seleccionados)

	1955	1961	1975	1985	1991	1993	1995	2000
H. VEGETAL (m <sup>2</sup> /hab) (1)	2.004	2.164	1.331	1.027	1.391	1.268	1.572	1.150
H. ANIMAL (m <sup>2</sup> /hab) (2)=(3)+(4)	4.511	4.251	4.140	4.194	5.540	5.283	5.816	5.612
-H. CARNE (m <sup>2</sup> /hab) (3)	303	409	823	719	1.016	922	1.503	814
-H. PESCADO (m <sup>2</sup> /hab) (4)	4.208	3.841	3.317	3.474	4.525	4.361	4.313	4.798
H. ALIMENTACIÓN (m <sup>2</sup> /hab) (1+2)	6.515	6.414	5.481	5.221	6.932	6.551	7.387	6.762
-H. Terrestre (1) + (3)	2.307	2.573	2.165	1.746	2.407	2.190	3.075	1.964
-H. Marítima (4)	4.208	3.841	3.317	3.474	4.525	4.361	4.313	4.798
H. VEGETAL (has) (1)	5.806.568	6.611.098	4.711.998	3.944.383	5.414.499	4.955.615	6.159.138	4.655.822
H. ANIMAL (has) (2)=(3)+(4)	13.073.390	12.987.704	14.831.600	16.107.033	21.560.470	20.646.727	22.790.766	22.729.862
-H. CARNE (has) (3)	878.560	1.250.712	2.949.244	2.763.106	3.953.029	3.604.068	5.890.464	3.296.845
-H. PESCADO (has) (4)	12.194.830	11.736.992	11.882.356	13.343.927	17.607.441	17.042.659	16.900.303	19.433.017
H. ALIMENTACIÓN (has) (1+2)	18.879.957	19.598.802	19.636.732	20.051.416	26.974.969	25.602.341	28.949.904	27.385.684
H. Terrestre (1) + (3)	6.685.128	7.861.810	7.754.376	6.707.488	9.367.528	8.559.682	12.049.601	7.952.667
H. Marítima (4)	12.194.830	11.736.992	11.882.356	13.343.927	17.607.441	17.042.659	16.900.303	19.433.017
<b>PROMEMORIA</b>								
H. Marítima con prodv. estándar (m <sup>2</sup> /hab)	8.045	9.937	12.686	11.554	10.773	14.340	15.297	11.756
H. Marítima con prodv. estándar (has)	23.315.379	30.362.586	44.910.345	44.375.862	41.424.138	56.044.828	59.944.828	47.610.414
H. Alimentación con marítima estándar (m <sup>2</sup> /hab)	10.352	12.510	14.681	13.300	13.180	16.530	18.371	13.719
H. Alimentación con marítima estándar (has)	30.000.507	38.224.396	51.972.920	51.083.350	51.291.666	64.604.510	71.994.429	55.563.081

(\*) Sólo se considera la huella de los animales sacrificados para consumo, no el total del ganado alimentado.

Fuente: Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas. Véase el Anexo Metodológico

conjunto, presentan una huella *por habitante* en progresivo declive desde los años cincuenta, pues la ganancia de rendimientos por hectárea consecuencia de la “modernización” agraria ha sido muy superior al incremento en el consumo de este tipo de productos. De hecho, de no ser por el mal dato de 1995, relacionado con circunstancias climatológicas adversas, ni siquiera el crecimiento poblacional habría incrementado la ocupación absoluta de territorio por este motivo.

En efecto, mientras los 2.004 m<sup>2</sup>/hab de 1955 suponían 5,8 millones de hectáreas, los 1.572 m<sup>2</sup>/hab de 1995 supusieron 6,1 millones; si bien dos años antes, en 1993, apenas llegaban a 5 millones de hectáreas para acabar 2000 con 4,6 millones. Este descenso de la huella vegetal ha provocado un cambio importante en la estructura interna de la huella *terrestre*, pues de representar el 87 por 100 de los requerimientos territoriales en 1955, ha pasado al 50-60 por 100 al acabar el siglo XX, tal y como refleja el Gráfico 5. Como cabría esperar, este “declive vegetal” ha sido consecuencia de importantes modificaciones en el aparato productivo y en el consumo de las familias, empeñadas en favorecer la ingesta de productos y proteínas de origen animal en una secuencia, por lo demás, bastante contrastada que liga el crecimiento en la renta con la mayor demanda de productos cárnicos. Bien es verdad que, como se dijo, se trató de una estrategia fomentada desde instancias políticas que favorecieron la transformación de la ganadería extensiva y la puesta en marcha de cebaderos de cría y engorde de ganado para satisfacer dicha demanda. Lo que explica que el consumo per capita de carne se haya incrementado en 7,1 veces desde 1955, saltando de los 14 kilos a los 114 de 2000; y, por lo tanto, que las exigencias territoriales por habitante

consecuencia de este mayor consumo *se hayan multiplicado por casi tres* (de 303 m<sup>2</sup>/hab en 1955 a 814 m<sup>2</sup>/hab en 2000); *y los requerimientos absolutos por casi cuatro veces*, de las 878 mil hectáreas a mediados de siglo XX a los 3,2 millones de 2000. Hay que advertir que el principal causante de esta explosión en el impacto territorial viene de la mano del consumo de carne de cerdo, que en 2000 era responsable del 60 por 100 de la huella ecológica por este concepto, con 493 m<sup>2</sup>/hab y una ocupación espacial de 1,2 millones de hectáreas.

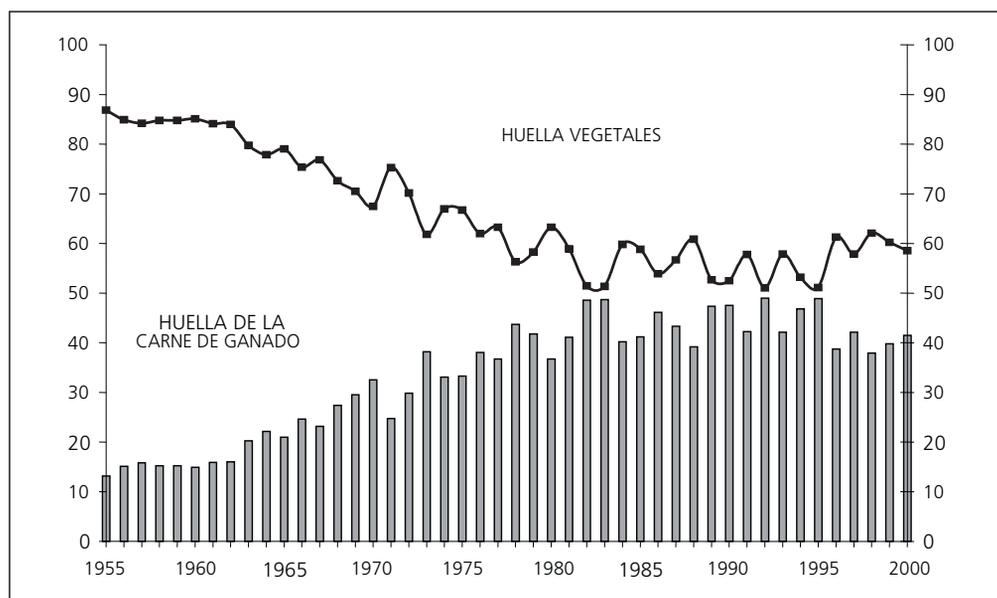
Con ligeros altibajos, en el segundo puesto aparecen la huella del vacuno y del pollo que rondaban a finales de los noventa el millón de hectáreas entre las dos, si bien en el último caso se ha producido una auténtica “explosión” que ha tenido su traducción ambiental correspondiente.

Al poseer los datos de consumo por habitante, tipo de producto y huella ecológica per capita de cada alimento, es posible obtener una aproximación a las cifras de exigencias de espacio por kilogramo de producto y ver qué alimentos presentan mayor intensidad territorial en el consumo y cuales menor.

Los datos ofrecidos para el caso del año 2000 revelan que, a pesar de las ganancias en eficiencia durante la segunda mitad del

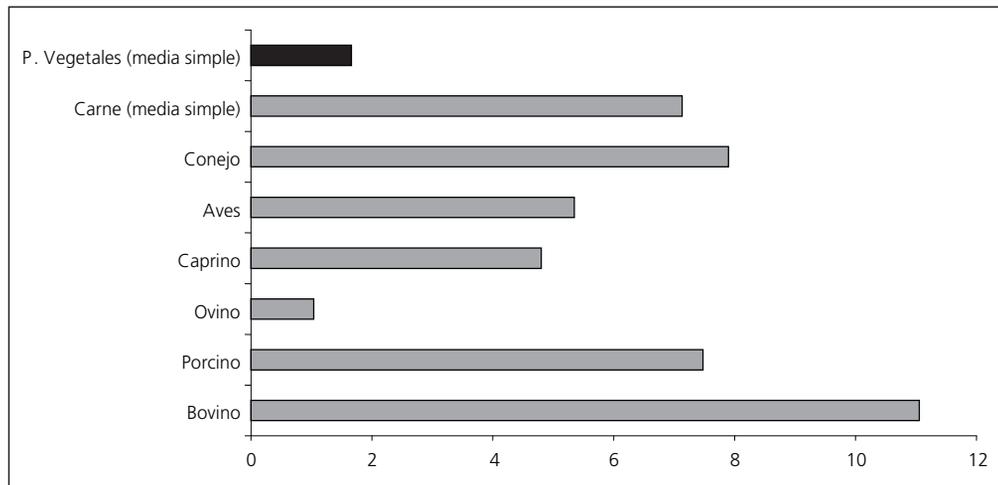
<sup>7</sup> En el caso de los rumiantes esta cifra no es mayor porque la dieta incorpora un 60 por 100 de forrajes que, por lo general, presentan rendimientos superiores por hectárea que los cereales pienso que hemos supuesto para el cálculo de la huella. Sin embargo, una parte de esta ganancia se pierde al incorporar menor materia seca por kilogramo, que es lo que verdaderamente importa respecto a la ración ingerida por el ganado. A medida que se intensifica el cebo del vacuno y se sustituye el forraje por piensos compuestos, los requerimientos por kilogramo de carne aumentan considerablemente, al sumarse los menores rendimientos a la inferior eficiencia en la transformación de grano en carne.

Gráfico 5. Comparación de la huella de alimentación en España, 1955-2000 (Porcentajes excluido el pescado)



Fuente: Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas. Véase el Anexo Metodológico

Gráfico 6. Requerimientos territoriales por tipo de carne en España, 2000 (metros cuadrados por kilogramo)



Fuente: Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas. Véase el Anexo Metodológico

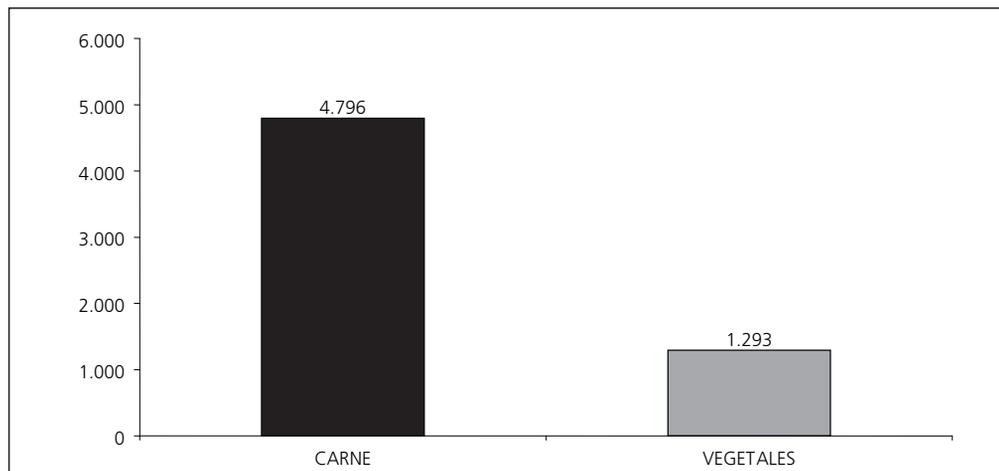
siglo XX, un kilo de carne de bovino exige todavía 11 m<sup>2</sup> para el cultivo de grano y forraje<sup>7</sup>, que la misma cantidad de cerdo necesita 7,5 m<sup>2</sup> para el cultivo de pienso, y que esta cifra asciende a 5,4 m<sup>2</sup> en el caso del pollo o a 8 m<sup>2</sup> en el del conejo. Como media, cada kilogramo de carne exigía a finales de la década de los noventa 7 m<sup>2</sup> de territorio para el cultivo de la alimentación del ganado correspondiente, mientras que la misma cantidad procedente de alimentos vegetales requería cuatro veces menos territorio, es decir, 1,7 m<sup>2</sup> por kilo de producto.

Tendencias todas que al confrontarlas con el tonelaje total consumido per capita se vuelven, si cabe, más preocupantes: la carne ganadera sólo representó, por ejemplo, el 14 por 100 de los kilogramos ingeridos en 1995 pero suponía casi el 50

por 100 de la huella terrestre alimentaria. Aún así, el alimento que *mayor* impacto tiene desde este punto de vista es el pescado que con apenas el 6 por 100 de consumo per capita acumula por sí solo el 71 por 100 de la huella alimentaria total. Algo que está directamente relacionado con la baja productividad de los mares en la satisfacción de este tipo de ingesta.

Pero también el impacto por kilocaloría consumida generado con la dieta rica en carne es muy superior al rastro dejado por una alimentación menos intensiva en kilocalorías animales. En el caso de España, a finales de los noventa, *mientras las kilocalorías de origen animal (pescado incluido) representaban el 28 por 100 de la ingesta total, eran sin embargo responsables del 82 por 100 de la huella ecológica dejada por la alimentación.* Más

Gráfico 7. Impacto ecológico por kilocaloría ingerida en España, 2000 (metros cuadrados por millón de kilocalorías)



Fuente: Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas. Véase el Anexo Metodológico

sorprendente es, por ejemplo, que las 64 kcal/hab/día que sólo aportaba el pescado en 1995, es decir el 2 por 100 del total, tenían una repercusión mucho más desproporcionada, alcanzando el 70 por 100 de la huella alimenticia total en 2000. De hecho, el impacto por millón de kilocalorías (aproximadamente las necesarias para un adulto durante un año) de la carne era a finales del siglo XX 3,7 veces superior al derivado del consumo de productos vegetales, llegando esta cifra a las 100 veces en el caso del pescado. O, lo que es lo mismo: *mientras que para conseguir un millón de kilocalorías a partir del consumo de carne se necesitaban 4.796 m<sup>2</sup> de territorio (y 15 hectáreas en el caso del pescado), el mismo aporte energético se podía obtener con 1.293 m<sup>2</sup> destinados al cultivo de alimentos vegetales* (Gráfico 7).

Cabe añadir que, en una primera fase, hasta los años setenta y comienzos de los ochenta, las diferencias totales se redujeron conforme los rendimientos mejoraban por encima del consumo, pero desde esa década, el crecimiento en el número total de calorías y el recurso al pienso compuesto importado superó con creces las ganancias de productividad de los cultivos-grano domésticos, empeorando el impacto ecológico total de la dieta por kilocaloría ingerida y sus correspondientes fracciones animal y vegetal. De todos modos, la mejora inicial y el posterior empeoramiento se han llevado a cabo simultáneamente con la exportación del impacto ambiental hacia el resto del mundo.

#### 4.- De la huella ecológica de los cultivos y la alimentación a la huella ecológica de la actividad agraria

La utilización de productividades locales para calcular la huella ecológica tiene la ventaja del realismo, aunque la reducción de su valor por “aumentos en la eficiencia” del cultivo puede esconder un mayor deterioro. Por esta razón es necesario complementar las cifras anteriores con la estimación de la huella ecológica que genera, por ejemplo, la propia actividad agraria a través de la utilización de sus inputs de recursos

(energía, fertilizantes, maquinaria y piensos importados), comprobando que los resultados son todavía más impactantes. En un interesante trabajo de finales de los noventa, Xavier Simón (1999) mostró que el rastro dejado por la huella ecológica de la agricultura para finales de los setenta (1977-78) rondaba los 30 millones de hectáreas llegando a comienzos de los noventa (1993-1994) a los 44 millones. En uno u otro caso, estaríamos hablando de territorios que superan sobradamente la superficie que nuestro país dedica a labores de cultivo. Con este antecedente en mente, pareció oportuno extender el análisis realizado por el economista gallego a los cuarenta y cinco años que venimos considerando, para lo que hemos tenido que hacer alguna modificación metodológica que afectará a los resultados obtenidos<sup>8</sup>. A este intento de estimación a largo plazo intenta responder la Tabla 3 poniendo de relieve las exigencias “territoriales” derivadas de la utilización de inputs externos a las explotaciones agrarias. Unas servidumbres que no son más que el corolario “espacial” de la profunda transformación sufrida por el campo español desde los años sesenta. El resultado global ha sido que la huella necesaria para disponer de los inputs agrícolas se ha multiplicado por 34 veces desde 1955, llegando a los 77 millones de hectáreas en 2000. En esta evolución ha sido determinante el comportamiento de un input de especial trascendencia: *la expansión de la potencia instalada a través de la maquinaria agrícola (tractores y cosechadoras) ha alcanzado tal cota que su sustitución por tracción animal sostenible suponía en 1995, con los rendimientos de 1992-1993, el cultivo de casi 60 millones de hectáreas para alimentar al ganado*, cifra muy superior a los 36,7 millones de hectáreas estimadas por X. Simón para 1993-1994. Esto de por sí supera ya la superficie geográfica nacional, equivaliendo a cuatro veces el total cultivado en 1994-1995.

<sup>8</sup> Las modificaciones se comentan en el Anexo Metodológico. En cualquier caso, las diferencias afloran sobre todo al estimar la huella derivada del uso de la maquinaria, o la superficie dedicada a la absorción de CO<sub>2</sub> consecuencia de la utilización de energía en la agricultura.

Tabla 3. Huella ecológica de la agricultura como actividad productiva, 1955-2000

Período	Fertilizantes (has)	Energía (has)	Tracción (has)	Pienso (*) (has)	TOTAL (has)
1955	995.275	...	1.634.256	...	2.629.531
1961	1.532.408	459.846	3.882.384	49.379	5.924.016
1975	3.715.811	2.369.461	29.323.867	161.303	35.570.442
1985	4.223.048	3.439.691	50.746.959	563.606	58.973.304
1991	5.180.331	2.271.030	54.565.232	1.202.498	63.219.091
1993	4.348.940	2.512.091	56.347.242	1.094.380	64.302.654
1995	5.115.595	2.719.591	58.869.190	1.000.445	67.704.820
2000	6.117.467	2.964.360	67.637.993	1.146.927	77.866.747

(\*) Para evitar doble contabilización con cultivos se considera sólo el pienso concentrado importado transformado a hectáreas bajo los supuestos de rendimientos establecidos en el anexo metodológico.

Fuente: Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas.

El cálculo de la huella ecológica asociada a los factores productivos utilizados en la actividad agraria sirve, pues, para compensar el juicio “positivo” que produce la reducción de la huella ecológica de los cultivos cuando aumentan los rendimientos locales, sobre todo entre 1995 y 2000. En efecto, cuando se realiza esta operación llegamos a la conclusión de que, por ejemplo, *la reducción de la huella de cultivos total de 3,8 millones de hectáreas entre 1995 y 2000 se ve más que compensada por el aumento en más de 10 millones de hectáreas que por las mismas fechas refleja la huella de los factores productivos utilizados (fertilizantes, maquinaria,...) necesaria para conseguir la merma de la anterior*. Tal y como muestra la tabla 3, la expansión de la huella relacionada con la maquinaria ha sido espectacular en estas últimas décadas —arrastrando fundamentalmente al total— aunque el resto de componentes han incrementado también su valor a buen ritmo. La preponderancia de la huella asociada a la utilización de tractores y cosechadoras no debe hacernos olvidar que la suma del resto de componentes alcanzaba en 2000 los 10 millones de hectáreas, es decir, en torno al 70 por 100 de la superficie cultivada en ese año, y casi el 60 por 100 de la huella de los cultivos agrícolas para esa misma fecha. Aquí estaría la huella producida por la utilización de fertilizantes inorgánicos, cuya sustitución por abono orgánico a partir de procesos de vermicompostaje requeriría a finales de los noventa una superficie de más de 6 millones de hectáreas —territorio necesario para alimentar al ganado productor de estiércol—; o la tierra necesaria para sustituir las importacio-

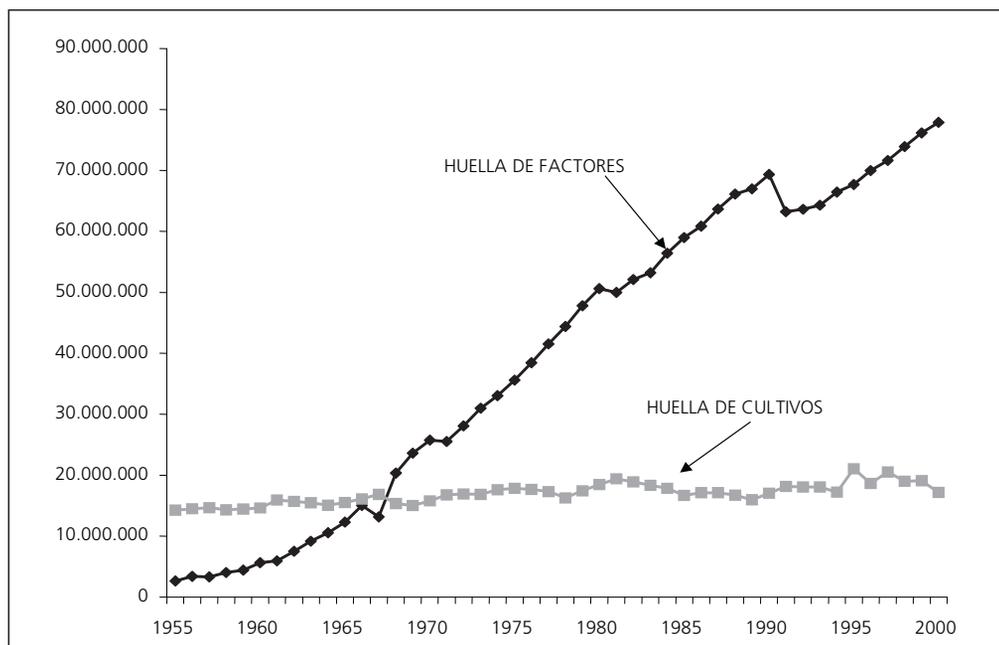
nes de pienso elaborado industrialmente que ya ha multiplicado por más de diez su dimensión desde los años sesenta, exigiendo ya más de un millón de hectáreas, es decir, casi el 6 por 100 del total cultivado en 2000. Por último cabe señalar que la evolución experimentada por el territorio necesario para absorber las emisiones de CO<sub>2</sub> consecuencia del consumo energético agrícola ascendía en 1994-1995, según nuestros cálculos, a 2,7 millones de hectáreas: casi cuatro veces las estimadas en su día por X. Simón aunque, ya se ha dicho, con diferente supuesto metodológico.

En resumidas cuentas, el Gráfico 8 aparece como el reflejo territorial de la estrategia productivista descrita para el campo español que tan exigente en energía, agua y nutrientes se ha demostrado. Lo que, por otro lado, justificaría el creciente divorcio que se ha venido produciendo desde los años sesenta entre los requerimientos territoriales asociados a los cultivos y las exigencias de hectáreas que acarrea la utilización masiva de maquinaria, fertilizantes y energía en la agricultura.

### 5. Conclusión

Las páginas anteriores han tratado de mostrar cómo el patrón de consumo alimentario influye en el impacto ecológico y territorial ejercido por la población española, destacando que en la mayoría de los casos se confirman los análisis realizados desde hace años para otros países en los que el componente animal en la dieta (sea éste carne o pescado) está cada vez más presente. La especial situación geográfica de

Gráfico 8. Evolución comparada de la huella de los cultivos y de la huella de los factores productivos agrícolas, 1955-2000 (Hectáreas)



Fuente: Carpintero (2005), con las fuentes y referencias allí recogidas. Véase, también, el Anexo.

nuestro territorio y el ser uno de los principales consumidores de pescado a escala mundial hace que la fracción marina de la huella alimenticia sea especialmente llamativa, lo que se complementa con la relevancia que también ha adquirido la huella ecológica que acarrea el consumo de carne procedente del ganado. Cuantificar y conocer estos efectos debe ser, por tanto, la primera condición para reducirlos en el futuro.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bouma, J., et al., (1998): "Principal land use changes anticipated in Europe", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 67, pp. 103-119.
- Brown, L.R., y H. Kane, (1994): *Full House: Reassessing the Earth's Population Carrying Capacity*, Norton, New York.
- Buxadé, C., (coord.), (1995): *Zootecnia. Tomo II. Alimentos y racionamiento*, Madrid, Mundiprensa.
- Campos, P., (1984): *Economía y energía en la dehesa extremeña*, Madrid, MAPA.
- Carpintero, O. (2005): *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*, Fundación César Manrique, Lanzarote.
- Carpintero, O., (2006): *Más allá de la valoración monetaria*, Lanzarote, Fundación César Manrique, (en preparación).
- Cohen, J., (1995): *How Many People Can the Earth Support?*, Norton, New York.
- De Blas, C., (1983): *Producción extensiva de vacuno*, Madrid, Mundi Prensa.
- De Blas, J.C., M. J. Fraga, C.J. Pérez y C. Buxade, (1982): "Crisis energética y producción ganadera. El modelo español, un modelo desequilibrado", *Agricultura y Sociedad*, 24, pp. 107-136.
- Durning, A.T. y H. Brough, (1991): *Taking Stock: Animal Farming and the Environment*, Worldwatch Insititute Paper, 103.
- FAO, (varios años): *Food Balance Sheet*, Roma (<http://www.fao.org>).
- Flores de Lemus, A., (1926): "Sobre una dirección fundamental de la producción rural española", reproducido en *Moneda y Crédito*, 36, 1951, pp. 141-168.
- García Dory, M.A., (1980): "La utilización de las razas autóctonas en los ecosistemas regionales, como factor de ahorro energético en la ganadería española", *Agricultura y Sociedad*, 15, pp. 115-162.
- García Dory, M.A., y S. Martínez Vicente, (1988): *La ganadería en España*, Madrid, Alianza.
- Gerbens-Leenes, P.W., S. Nonhebel, y W.P.M.F. Ivens, (2002): "A method to determine land requirements relating to food consumption patterns", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90, pp. 47-58.
- Gerbens-Leenes, P.W., y S. Nonhebel, (2002): "Consumption patterns and their effects on land required for food", *Ecological Economics*, 42, pp. 185-199.
- Goodland, R., (1997): "Environmental sustainability in agriculture: diet matters", *Ecological Economics*, 23, pp. 189-200.
- Haberl, H., Erb, K.H, F. Krausmann, (2001): "How to calculate an interpret ecological footprints for long periods of time: the case of Austria 1926-1995", *Ecological Economics*, 38, pp. 25-45.
- Hernández Benedí, J.M., (1987): *Manual de nutrición y alimentación del ganado*, Madrid, MAPA.
- Hubacek, K., y S. Giljum, (2003): "Applying physical input-output to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities", *Ecological Economics*, 44, pp. 137-151.
- Kendal, H.W., y D. Pimentel, (1994): "Constraints on the expansion of global food supply", *Ambio*, 23, pp. 198-216.
- Land Use Policy* 21, 2004 (Monográfico sobre "Land Use Sustainability Indicators").
- Margalef, R., (1992): *Planeta azul, planeta verde*, Barcelona, Prensa Científica.
- Martínez-Alier, J., y K. Schlüpmann, (1991): *La economía y la ecología*, Madrid, FCE.
- MAPA, (varios años): *Anuario de producción ganadera*, Madrid.
- MAPA, (varios años): *Anuario de producción agrícola*, Madrid.
- MAPA, (varios años): *Anuarios de Estadística Agraria*, Madrid.
- MAPA, (varios años): *Estadísticas de la producción forestal*, Madrid.
- Pimentel, D. y M. Giampietro, (1994): "Global Populations, food and the environment", *Trends in Ecology*, 9 (69), p. 239.
- Pimentel, D., et al., (1973): "Food production and the energy crisis", *Science*, 182, pp. 443-449.
- Pimentel, David y Marcia, (1979): *Food, Energy and Society*, London, Edward Arnold.
- Riechmann, J., (2001): *Un mundo vulnerable*, Madrid, Los Libros de la Catarata.
- Rodríguez Murillo, J.C., (1999): "El ciclo mundial del carbono. Método de cálculo por cambios de uso de la tierra. Balance de carbono en los bosques españoles", en: F. Hernández Álvarez, (coord.), (1999): *El calentamiento global en España*, Madrid, CSIC, pp. 97-139.
- Rodríguez Zúñiga, M., J. Ruiz Huerta, R. Soria Gutiérrez, (1980): "El desarrollo ganadero español: un modelo dependiente y desequilibrado", *Agricultura y Sociedad*, 4, pp. 165-194.
- Seidl, A., (2000): "Economic issues and the diet and the distribution of environmental impact", *Ecological Economics*, 34, pp. 5-8.
- Simón, X., (1999): "El análisis de los sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja", *Historia Agraria*, 19, pp. 115-136.
- Smil, V., (1999): "Crop residues: Agriculture's largest harvest", *Bioscience*, Vol. 49, n° 4, pp. 299-308.
- Sumpsi, J.M., (1983): "La política agraria 1968-1982", *Papeles de economía española*, 16, pp. 322-334.
- Val, A. del, (1997): *El libro del reciclaje*, Barcelona, Integral.
- Wackernagel, M. y W. Rees, (1996): *Our Ecological Footprint*, Philadelphia, Gabriola Island, BC.
- Wackernagel, M., et al, (1999): "National natural capital accounting with ecological footprint concept", *Ecological Economics*, 29, pp 375-390.
- White, Th., (2000): "Diet and the distribution of environmental impact", *Ecological Economics*, 34, pp. 145-153.
- WWF, (2004): *Living Planet Report 2004*.

## Anexo Metodológico

En Carpintero (2005a) se detalla el procedimiento seguido para el cálculo de la huella ecológica de la economía española, así como las fuentes estadísticas utilizadas, siendo las principales las siguientes. Entre 1955 y 1972: MAPA, (varios años), *Anuario de la producción agrícola; Anuario de la producción ganadera*. Desde 1972 hasta 2000, el *Anuario de Estadística Agraria*. En el caso concreto del pescado, se han consultado las cifras ofrecidas por la *Estadísticas de producción marítima* del MAPA, cuya serie desaparece en 1986, siendo completada con la información ofrecida por la FAO. Para algunos años en concreto ha sido útil la información contenida en los *Anuarios estadísticos* del INE.

Respecto a la estimación de la huella de la alimentación y la división entre alimentación humana y animal, se han considerado como grano para alimentación animal los cereales (salvo el trigo y el arroz), las leguminosas grano (excepto las judías, las lentejas y los garbanzos), la soja (clasificada dentro de los cultivos industriales) y los cultivos forrajeros. Todo según los rendimientos propios de nuestro país para cada año. Se ha considerado el rendimiento medio de los cultivos destinados a la alimentación del ganado, entendido éste como la producción de los cereales grano, leguminosas, soja y cultivos forrajeros considerados entre la superficie destinada a estos cultivos. Además, realizamos una estimación del grano necesario para alimentar al ganado cuya carne importamos, lo que se puede traducir a las correspondientes hectáreas de cultivo. Juntando estos elementos, obtenemos la superficie que cada año es necesaria para satisfacer el contenido animal (terrestre) de nuestra dieta. En los cultivos directamente aprovechables por el ser humano hemos incluido el trigo y el arroz, los garbanzos, las lentejas, las judías, todas las hortalizas, los tubérculos, y los frutales cítricos y no cítricos.

Los índices de conversión de grano en carne se han tomado de la literatura: para el porcino, un índice de conversión de 2,83 para un cerdo de 6 kilos de peso inicial y 95 kilos de peso final con 163 días de edad (Buxade 1995, p. 280). Para las aves se razona bajo el supuesto de un pollo sacrificado a las 8 semanas con dos kilos de peso aplicando un índice de conversión de 2,025 (Hernández Benedí 1987, p. 456). La transformación a hectáreas se ha realizado bajo el supuesto del rendimiento medio de los cereales grano para cada año. En una hipótesis prudente, para el ganado bovino hemos supuesto un sistema semiextensivo para la cría de un

ternero de 300 kilogramos de peso con una ganancia de 1.200 gr/día. Según Buxade (1995, pp. 223 y 225), el Índice de Conversión es de 5,20 kg de MS/Kg de peso vivo con silo de maíz forrajero “ad libitum” con un 34 por 100 de MS. Hemos supuesto que esta MS se obtiene en un 60 por 100 con forraje de alfalfa con un 22 por 100 de MS al que se le suma un 40 por 100 de cebada con un 86 por 100 de MS, ambas con los rendimientos de estos cultivos para cada año en concreto, y por lo tanto, con la superficie necesaria para su obtención (huella). El grueso de ganado ovino que se consume son corderos pascuales (hasta 30 kilos) cebados con grano y lechales (10-14 kilos) que se alimentan de leche. Se opera de la misma manera pero con el índice de conversión de 2,71 proporcionado por De Blas, et al., (1987, p. 390). En el caso del caprino el índice de conversión que se toma es de 3,2 (Hernández Benedí. 1987, p. 45). Hemos optado por no considerar el ganado equino habida cuenta que su destino es ajeno, en general, al del consumo de carne. Observaciones adicionales se pueden encontrar en Carpintero (2005, anexo metodológico).

Para el caso de la huella ecológica de los factores productivos utilizados en la agricultura hemos seguido el método y los supuestos desarrollados por X. Simón en su artículo de 1999, con algunas diferencias. Por ejemplo, el coeficiente conversor para la energía que X. Simón utilizó fue el propuesto por Rees y Wackernagel de 1 hectárea por 1000 GJ (o 1 hectárea por 1,8 tm de carbono emitidas) mientras que aquí se han utilizado los coeficientes de absorción disponibles para los bosques españoles que ofrecen una cifra media de 0,59 tm de carbono por hectárea (Rodríguez Murillo, 1999). Por otra parte, en la maquinaria se han incluido las cosechadoras además de los tractores y, por último, hay una variación que tiene que ver con los rendimientos de la cebada caballar y el heno como alimento para nutrir los CV de potencia sustitutivos de la maquinaria. En nuestro caso hemos supuesto para los diferentes años los rendimientos medios de 1955-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000.