

## *El análisis de sistemas agrarios: una aportación económico-ecológica a una realidad compleja*

*Xavier Simón Fernández*

### **1. INTRODUCCIÓN**

Cuando pretendemos analizar el funcionamiento de un sistema productivo debemos, inicialmente, determinar cual será la perspectiva de análisis. Podemos ceñirnos a los conceptos y principios de una disciplina o, en cambio, optar por realizar un análisis que combine elementos, conceptos y relaciones pertenecientes a una diversidad de campos científicos.

Quizás, en el caso de los sistemas agrarios no se pueda justificar robustamente una elección disciplinaria. Y ello porque para el análisis del mundo rural no se pueden desligar las componentes económicas ni de las sociales ni, por supuesto, de las ecológicas. ¿Cómo podremos evaluar el funcionamiento de, por ejemplo, un sistema ganadero sin tener en cuenta, además de los rendimientos monetarios, las relaciones que mantiene el sistema productivo con el soporte natural en el que se inscribe? ¿Cómo podremos determinar los problemas y oportunidades de esa actividad económica sin realizar una profunda aproximación al sistema de valores del productor?

Y es que los sistemas agrarios presentan particularidades que los diferencian claramente de otros sistemas productivos. Víctor Toledo lo afirma rotundamente cuan-

---

*Artículo recibido en redacción: Febrero de 1998. Versión definitiva: Noviembre de 1999.*

*El autor agradece los interesantes comentarios y sugerencias de José Manuel Naredo a una versión inicial de este trabajo, así como a los evaluadores anónimos de la Revista que, en dos ocasiones, han mejorado el texto. Los errores son de mi exclusividad. Nuevos comentarios y críticas serán bien recibidas (xsimon@uvigo.es; fax: 986-812401). Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación financiado por la Universidad de Vigo en la Convocatoria de 1998 (referencia E-81264102).*

*Xavier SIMÓN FERNÁNDEZ es Profesor Titular de Economía Aplicada de la Universidad de Vigo. Dirección para correspondencia: Departamento de Economía Aplicada, Facultad de Ciencias Económicas, Lagoas-Marcosende, 36200 Vigo. e-mail: xsimon@uvigo.es*

do defiende que, al analizar una unidad de producción rural, estamos ante una unidad de producción que está situada en la intersección de lo natural y lo social dado que ocupa la parte más periférica de una determinada totalidad social, formando la membrana a partir de la cual las sociedades se apropian de manera *directa* de una parte de la naturaleza<sup>1</sup>. Es decir, la unidad de producción rural mantiene relación con otras unidades productivas –ya rurales, ya industriales o de servicios–, lo que Toledo denomina intercambio económico, y, además, realiza intercambios con los ecosistemas, de los que se apropia directamente, denominados ecológicos<sup>2</sup>.

Los intercambios económicos son aprehendidos mediante los precios, la renta disponible y el acceso al fondo social (sanidad, enseñanza, infraestructuras, etc.), todos ellos resultado de unas relaciones sociales históricamente determinadas. Por su parte, la intensidad con la que las unidades económicas hacen uso de los ecosistemas, así como sus respuestas y la posterior acción social, y así sucesivamente, son los elementos relevantes para comprender la naturaleza del intercambio ecológico.

Desde la economía agraria, tradicionalmente, se han realizado análisis de los sistemas productivos reproduciendo aquella tendencia que sufre la disciplina en su conjunto y que, parafraseando a Naredo, consiste en los progresivos recortes sufridos por la economía, desde el mundo de lo físico al mundo del valor de cambio. De esta forma se han dejado al margen relevantes elementos para entender la naturaleza de los sistemas productivos agrarios: se ha corrido un sorprendente velo sobre las consecuencias que los modelos de producción han provocado, directamente, en las comunidades rurales (pérdida de control sobre las condiciones de reproducción, desigual acceso a los recursos, progresivo empobrecimiento cultural; etc.) y en el medio ambiente (contaminación de acuíferos, contribución a la desestructuración de stocks de recursos no renovables; pérdida irreversible de biodiversidad; etc.). Muchos de los análisis realizados se han centrado en las unidades monetarias como el homogeneizador de los diferentes elementos que suceden dentro de los sistemas de producción rural y en las ganancias en productividad como el criterio adecuado para evaluar el funcionamiento, limitando así los posibles logros del análisis exclusivo del intercambio económico.

Por otra parte, desde la agronomía convencional, tanto en la enseñanza como en la acción profesional de los agrónomos, se han defendido principalmente enfoques reduccionistas mediante los que se pretenden exportar sistemas de producción muy intensivos exitosos a escala experimental, donde no existen restricciones técnico-económicas de ningún tipo ni problemas sociales, a lo largo y ancho de nuestras tierras por razones científicas pretendidamente objetivas.

---

<sup>1</sup> TOLEDO, V. M. (1981), pg. 128-129.

<sup>2</sup> Debemos aclarar que el análisis de V. M. TOLEDO se refiere a la función de suministro del proceso productivo y no a la inserción de desechos en los ecosistemas. En las actividades secundarias y terciarias la naturaleza, obviamente, juega un papel importante pero aparece mediada, modificada, creando la ilusión de la "autonomía" de estas actividades en relación con los ecosistemas. En cuanto al uso de la naturaleza como el depósito en el que se acumulan los desperdicios, no existe diferencia alguna entre las distintas actividades productivas, salvo en la intensidad.

Afortunadamente, desde hace varias décadas están apareciendo interesantes trabajos multidisciplinares que combinan criterios, visiones, agentes y percepciones que nos permiten entender mejor el funcionamiento de los sistemas agrarios<sup>3</sup>.

Mi aportación en este trabajo pretende ser el análisis de algunos elementos relevantes para el conocimiento y evaluación del intercambio ecológico, tal y como fue definido anteriormente, que mantienen los sistemas agrarios españoles, considerados de forma agregada, con el medio físico que los sustenta. Para ello utilizaremos, primero, los Balances Energéticos de la agricultura española y, segundo, su Huella Ecológica<sup>4</sup>.

Los Balances Energéticos nos facilitarán información sobre la intensidad energética de los sistemas productivos. Para ello actualizamos el trabajo de Naredo y Campos<sup>5</sup> realizando un análisis crítico de esta metodología. Por su parte, la Huella Ecológica<sup>6</sup> nos permitirá estimar cuanta tierra ecológicamente productiva necesita la agricultura española para mantener vigente su sistema de producción. El análisis de la Huella Ecológica demuestra algo que ya se ha convertido en redundante en la literatura<sup>7</sup>: el continuo deterioro, lento pero firme, de las condiciones sociales y ecológicas a que nos llevan los actuales sistemas de producción y consumo.

## **2. LOS BALANCES ENERGÉTICOS DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA**

Tanto desde la economía como desde otras disciplinas que se han ocupado del análisis de los sistemas agrarios, comúnmente se utiliza la eficiencia económica como el indicador más adecuado para evaluar el comportamiento de la producción. Las entradas deben ser menores a las salidas, ambas expresadas en unidades monetarias y para alcanzar el óptimo económico se exige que el coste de la última unidad producida sea igual al ingreso obtenido por esa misma unidad.

Frente a la anterior dominante forma de evaluar el comportamiento de los sistemas de producción, desde hace varias décadas, y para diferentes países, se han propuesto otras formas de evaluar la eficiencia. Tal es el caso de la eficiencia energética. El trabajo pionero en el Estado español se debe a José Manuel Naredo y Pablo

---

<sup>3</sup> Tal es el caso del análisis realizado en VV.AA. (1979), donde el criterio integrador es el territorial, o de LÓPEZ-GÁLVEZ, et al. (Editores) (1997), en el que se analiza la gestión del agua de riego.

<sup>4</sup> Vamos a manejar datos de varias fuentes estadísticas. La principal será el Anuario de Estadística Agraria, publicado actualmente por el MAPA. Elegimos, además, 3 momentos diferentes del tiempo, refiriéndonos a los años 50 (siendo datos medios de los años 1950-1951), años setenta (datos medios de los años 1977-1978) y años 90 (con datos medios de los años 1993-1994).

<sup>5</sup> NAREDO, J. M. Y CAMPOS, P. (1980).

<sup>6</sup> Definida por WACKERNAGEL, M. y REES, W. (1996).

<sup>7</sup> Las distintas aportaciones que aparecen en los Informes anuales del *Worldwatch Institute* son un buen ejemplo.

Campos<sup>8</sup>. Tomando como base ese trabajo, actualizamos sus resultados y realizamos un análisis crítico de la metodología utilizada.

Utilizar unidades físicas, tal y como se realiza en los Balances Energéticos, no significa que se rechace la utilización de unidades monetarias para la evaluación del funcionamiento de un sistema agrario. Como ya se ha dicho, dada la complejidad de los sistemas productivos y la diversidad de efectos producidos, ambientales, sociales y económicos, cualquier análisis que se limite a la utilización de una única "vara de medir" –o que pretenda reducirlo todo a análisis cardinales- estará dejando al margen elementos y relaciones significativas del funcionamiento de los sistemas.

Por todo ello, este apartado pretende, sintéticamente, contribuir al conocimiento del funcionamiento de los sistemas de producción agrarios en dos direcciones: primera, evaluar esos sistemas de producción en unidades energéticas; segunda, llamar la atención sobre la necesidad de trabajos que superen las barreras disciplinarias si queremos que nuestras conclusiones sean relevantes para la evaluación y postulación de alternativas productivas sustentables económica, social y ambientalmente.

Con el objetivo de analizar el comportamiento energético de la agricultura española, los autores señalados calcularon la eficiencia energética en dos períodos de tiempo: los años 50 y los años 70. Los resultados finales aparecen en el Cuadro 1, junto con la actualización realizada para los años 90.

## CUADRO 1. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA

	Años 50	Años 70	Años 90
A: Output Final Agrícola y Ganadero / Input de Fuera	6,1	0,74	1,39
B: Output Final Agrícola y Ganadero / Input Total	0,34	0,30	0,82

Fuente: Elaboración Propia y Naredo y Campos (1980).

De estos datos se derivan las siguientes conclusiones:

1. Para realizar un análisis bioeconómico tiene gran importancia la relación existente entre los subsidios energéticos (la energía introducida por los seres humanos) y la energía obtenida en forma de productos destinados al consumo humano. Si

<sup>8</sup> NAREDO, J. M. Y CAMPOS, P. (1980). Ellos toman como referencia los trabajos de Pimentel y Leach. En el ámbito del Estado español se han realizado otras aportaciones al análisis energético de los sistemas agrarios: merecen especial atención los trabajos de López Linage y Campos Palacín sobre la agricultura asturiana, el primero sobre la recría de bovino, y el segundo analizando la eficiencia energética en sistemas agrarios tradicionales y modernos –véase LÓPEZ LINAGE, J. (1985) y CAMPOS PALACÍN, P. (1982). CAMPOS PALACÍN, P. (1984), también ha analizado energética y económicamente la dehesa extremeña tradicional y moderna. En SIMÓN FERNÁNDEZ, X. et al. (1997) se evalúan energéticamente varias explotaciones gallegas.

en la década de los 50 se obtenían más de 6 unidades energéticas por cada unidad externa introducida, en los años setenta, cuando el proceso de modernización agraria está en marcha, los sistemas de producción no eran capaces de recuperar cada una de las unidades energéticas externas introducidas.

2. Esa tendencia cambia en los años 90. En este período la eficiencia energética de la agricultura española no solo ha mejorado en relación con los períodos anteriores sino que supera la unidad: por cada input energético procedente del exterior obtenemos 1,39 unidades energéticas.

3. ¿Qué ha ocurrido para que se haya producido un cambio tan significativo en el comportamiento energético de los sistemas agrarios españoles? En el cuadro 2 aparecen algunas de las claves que nos permiten entender esta situación.

## **CUADRO 2. EVOLUCIÓN DEL SECTOR AGRARIO DESDE LA DÉCADA DE LOS 50 A LA DÉCADA DE LOS 90, EN TÉRMINOS DE KCAL.**

Magnitud	Tasa porcentual de variación			Tasa de crecimiento medio anual acumulativo		
	77-78/50-51	93-94/77-78	93-94/50-51	77-78/50-51	93-94/77-78	93-94/50-51
Producción Total Agraria	69,52	4,47	77,10	1,97	0,27	1,34
Producción Final Agraria	111,69	66,62	252,71	2,82	3,24	2,97
Total inputs	130,66	-25,25	72,42	3,14	-1,80	1,27
Inputs de fuera	1563,64	8,14	1699,1	10,97	0,49	6,95
Reempleos	44,47	-48,38	-25,42	1,37	-4,05	-0,68

Fuente: Elaboración Propia.

Los cambios más significativos en las magnitudes de la agricultura española se producen entre las décadas de los 50 y los 70. El "milagro económico español" tuvo gran incidencia en la estructura del sistema agrario y la extensión de la revolución verde sucedió explosivamente mientras que en los últimos años la tendencia ha sido, podemos decir, aprovechar de forma más eficiente los recursos y procesos en los que se fundamenta aquel modelo agrario. Por el lado de los inputs, podemos ver que entre los años 50 y 70 se han más que duplicado en su totalidad, creciendo a una tasa media anual acumulativa del 3,14, pero han sido los inputs de fuera del sector los que más han crecido entre esos dos períodos de tiempo: se han multiplicado por más de 15, creciendo a una tasa anual media acumulativa del 10,97. Por su parte, la vocación cada vez más mercantil de la producción agraria también se observa en el distinto comportamiento de la producción total y la producción final: esta ha crecido más rápidamente que aquella, es decir, los reempleos, la parte de la producción que se reincorpora al proceso de producción, han ido perdiendo importancia relativa en el conjunto de la producción agraria.

Algunas de estas tendencias, que suceden en el período de mayor intensifica-

ción productiva de la historia económica reciente del Estado español, se han mantenido desde la década de los 70 a la de los 90. Tal es el caso del progresivo proceso de mercantilización de la producción: aunque la producción total ha crecido muy lentamente (0,27 de tasa media anual acumulativa) la parte de la misma que se destina a consumo final ha crecido a una tasa superior a la del período anterior (3,24 frente a 2,82). Lo que no era posible, obviamente, es que los inputs siguiesen creciendo a un ritmo tan elevado. Si en el período de mayor modernización, la tasa de crecimiento anual de los inputs fue superior al crecimiento de la producción (fenómeno que nos explica, claramente, el comportamiento energético de la agricultura española en el período considerado), desde la década de los 70 a la década de los 90, la tasa de crecimiento del input total es negativa observándose un ligero crecimiento de los inputs procedentes de otros sectores (0,49) y un descenso acusado del reempleo (desciende a una tasa media anual acumulativa del 4,05). La conclusión que podemos extraer es que durante el período más reciente se ha producido una redistribución de la intensidad de los diferentes inputs (acusada reducción del uso de combustibles fósiles y avance espectacular de la energía eléctrica) tratando de adaptarse a las nuevas condiciones de mercado -en términos de precios relativos- y aprovechando más eficientemente la energía disponible.

Si comparamos los dos períodos extremos -los años 50 y la actualidad- se nos confirman las conclusiones anteriores: el proceso de acentuada mercantilización de la producción y el proceso de sustitución de los inputs propios, el reempleo, por los inputs comprados.

4. En el cuadro 1 hemos incorporado otro índice de eficiencia energética que Naredo y Campos no habían analizado y que a nosotros nos parece relevante. Es el que relaciona la producción final con el input total, tanto los reempleos como los adquiridos fuera del sector. Y ello se justifica por lo siguiente: para obtener una producción anual los sistemas agrarios necesitan introducir una serie de flujos que mantengan su productividad (pueden ser elementos fertilizantes para la tierra; alimentación para el ganado; etc.), debiendo tenerlos todos en cuenta, independientemente de donde procedan, si queremos evaluar en su globalidad el funcionamiento de un sistema de producción<sup>9</sup>. Si hacemos esto, resulta que la eficiencia energética de la agricultura española, mejorando desde la década de los 70 a la actualidad, se ha mantenido inferior a la unidad: es decir, no hemos sido capaces de producir un producto cuyo equivalente energético nos permitiese recuperar la energía introducida, con coste de oportunidad.

En resumen, excepto en este último caso, la eficiencia energética de la agricultura española ha mejorado significativamente en las últimas décadas pero el resultado obtenido es contrario a la tendencia observada durante el período de modernización

---

<sup>9</sup> Es necesario recordar que en los Balances Energéticos solamente se incluyen los inputs que tienen un coste de oportunidad. Es por ello que no se contabiliza el flujo solar interceptado por las plantas y que se deben tener en cuenta los reempleos. De ser reducidos a su mínima expresión, su función en los agroecosistemas tendría que ser substituida por inputs que costarían dinero.

que va de los años 50 a finales de los 70. ¿Cómo podemos explicar este comportamiento? Varios son los argumentos que se pueden presentar:

A. La naturaleza del índice. De la evaluación energética de un sistema productivo no se deriva su mayor o menor contribución al deterioro, mejora o conservación de la base de recursos, tanto local como global. Con ello se quiere llamar la atención sobre la deficiencia de este índice para evaluar el funcionamiento de un sistema agrario más allá de aquellos elementos que formando parte de la producción o de los insumos es posible expresarlos en unidades energéticas. De esta forma, quedan al margen cuestiones tan relevantes como: su grado de contribución a los problemas ecológicos globales; su papel en la conservación, o destrucción, de biodiversidad; etc.

Por otra parte, la eficiencia energética, tal y como es definida, suma, indistintamente, inputs renovables e inputs no renovables. La no discriminación lleva a que este índice no nos diga mucho sobre cuál es el origen de esos inputs, o sea que no nos informa acerca del porcentaje en que dichos inputs corresponden a recursos renovables o a stocks limitados, por lo que no nos indica la velocidad de agotamiento de los recursos, dato esencial para el análisis de la crisis energética<sup>10</sup> y, por tanto, de la tasa de intercambio entre los sectores económicos y ecológicos.

Además, si se diese una intensificación energética por el lado del output (tal es el caso de la agricultura española<sup>11</sup>), el resultado final nos indicaría una mejora "sólo formal" del comportamiento energético del sistema en análisis.

Existe otra importante consideración a tener en cuenta para poder explicar, quizás, esa sustancial mejora en el comportamiento energético de la agricultura española<sup>12</sup>. Se refiere a la agricultura de regadío y a cómo se contabiliza el agua en los Balances Energéticos.

Tomando como fuente el Anuario de Estadística Agraria<sup>13</sup> se observa como las tierras de cultivo han pasado de 21 millones de hectáreas en 1974 a 18,5 millones en 1994. Este retroceso de las tierras de cultivo se tradujo en una pérdida de 3 millones de ha. en las tierras a secano y un aumento de las de regadío en medio millón, aunque siguen siendo dominantes aquellas en una proporción de 5 a 1. La cuestión

---

<sup>10</sup> PUNTI, A. (1982), pg. 291.

<sup>11</sup> De los años 70 a los 90, la Producción Final Agrícola, en términos energéticos, creció en un 111,68% mientras que entre los 50 y los 70 solamente lo hizo en un 83,16%. Por su parte, los cultivos industriales (remolacha y girasol, principalmente) multiplican por 6,5 su producción, en Tm., desde los años 70 a los 90. Como se sabe, la sucesión trigo-girasol obedece, en algunos casos, a estrategias que pretenden captar financiación pública más que a un interés real por el producto obtenido.

<sup>12</sup> Por otra parte, la mejora de la eficiencia energética no es exclusiva de la agricultura española. El resultado obtenido en este trabajo coincide con los resultados del balance energético francés. Véanse páginas 251-252 de PASSET, R. (1996) donde cita un trabajo de S. Bonny y P. Dauce en el que se destaca la mejora de la productividad energética de la agricultura francesa en el período 1977 a 1989.

<sup>13</sup> MAPA (varios años).

que nos importa, sin embargo, es cómo se contabiliza el agua dentro de los Balances Energéticos. El avance del regadío es el responsable, junto con la modernización ganadera, del significativo incremento del consumo de electricidad registrado por la agricultura española<sup>14</sup>. Pero en la contabilización del agua debería ser relevante su coste económico (las pesetas que nos gastamos, por ejemplo, en bombear agua desde su ubicación al lugar de consumo), el cual sí está incluido en el análisis energético en forma de Kw consumidos, pero también su coste físico, aquel en el que incurriríamos si sustituyésemos la labor de la naturaleza al trasladar el agua desde su punto de máxima entropía, el mar, al lugar y con la calidad deseada. Y esto no entra en el cálculo de la eficiencia energética<sup>15</sup>.

B. Los cambios en los precios de los inputs energéticos también juegan un papel relevante, desde los años setenta a la actualidad, en el cambio de tendencia observada en el comportamiento energético de la agricultura española. Los relativamente bajos precios de la energía, junto con las políticas compensatorias de los años 70, llevaron a una fuerte intensificación energética corregida posteriormente sin que ello haya supuesto una pérdida de capacidad de producción<sup>16</sup>. Es decir, en los casi veinte años transcurridos hubo importantes ganancias en la eficiencia de los sistemas agrarios. Esta línea de actuación, junto con la sustitución de las energías tradicionales por energías renovables y más limpias (fotovoltaica, eólica, cogeneración, etc.), permitirá reducir aún más la intensidad energética, derivada de los combustibles fósiles, de la agricultura española.

Las apreciaciones realizadas en los párrafos precedentes, ¿invalidan la metodología de los Balances Energéticos para la evaluación de sistemas productivos?. Pensamos que esa no es la derivación a extraer del análisis realizado. Lo que no podemos es pretender universalizar los Balances Energéticos como un mecanismo que pueda substituir a otras medidas, dinero, arbitrariamente consideradas homogeneizadoras y universales, sin que esos mismos defectos estén presentes. Según nuestra experiencia, los Balances Energéticos son una buena herramienta para complementar el proceso de evaluación del funcionamiento económico-ecológico de sistemas de producción, preferentemente los no agregados y bien delimitados. Pero, en todo caso, que la eficiencia energética de un sistema A sea superior a la eficiencia energética de un sistema B no siempre significa que A mantenga un intercambio ecológico ambientalmente más adecuado que B, pues:

- En A puede existir un mayor uso de recursos naturales no renovables, que se destruyen irreversiblemente, sin que el balance nos informe sobre tan importante fenómeno.

---

<sup>14</sup> 152, 708 y 3.662 millones de Kw/h en los años cincuenta, setenta y noventa, como media anual de los años 1950-1951, 1977-1978 y 1993-1994, respectivamente.

<sup>15</sup> NAREDO, J. M. (1997), pg. 16.

<sup>16</sup> Si en los años setenta, como media de los años 1977 y 1978, el consumo de gas-oil en la agricultura española era de 2.460 millones de litros, en los años 90, como media de los años 1993 y 1994, había descendido a 1.573 millones de litros.



- B<sup>17</sup> puede obtener una producción energéticamente menos relevante (hortalizas y cereales) utilizando preferentemente sistemas de fertilización orgánicos, menos eficientes en el corto plazo que los fundamentados en los combustibles fósiles, pero más benignos con la contaminación de las aguas subterráneas, por ejemplo, sin que la eficiencia energética sea sensible a tal fenómeno.
- Las agregaciones realizadas para el cálculo de la eficiencia energética de una agricultura nacional encubren la heterogeneidad existente de sistemas de producción, pudiendo producirse compensaciones que anulen por completo la valiosa información, positiva o negativa en términos energéticos, que nos puede suministrar esta metodología de evaluación del funcionamiento de un particular sistema de producción.

Es en el sentido apuntado en el último párrafo que queremos introducir en este trabajo los resultados obtenidos, mediante la aplicación de esta metodología, en la evaluación de la eficiencia energética realizada para diversas explotaciones gallegas<sup>17</sup>. De esta forma podemos comprobar cómo algunos de los problemas comentados no son tan relevantes cuando lo que pretendemos es diagnosticar, en términos energéticos, un sistema productivo no agregado y perfectamente delimitado, aún utilizando exclusivamente la relación entre la producción final y los inputs de fuera del sector. La conclusión a la que llegamos, tal y como se observa en el Cuadro 3, es que esos sistemas de producción son muy ineficientes en términos energéticos, al ser representantes, el primero de la ganadería intensiva, y los otros dos de lo que podemos llamar "ganadería sin tierra"<sup>18</sup>. Efectivamente, en la agricultura sin tierra el agente, esto es, el agricultor, introduce la mayoría de los inputs necesarios incentivado por un sistema de precios, esto es, institucional, que no tiene en cuenta la escasez absoluta, sino la relativa, y que solamente contabiliza aquellos fenómenos que cumplen la trilogía economicista<sup>19</sup>.

### **CUADRO 3. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS PRODUCTIVOS PARTICULARES**

	Producción Energética (Kcal)	Insumos Energéticos (Kcal)	Eficiencia Energética
Ganado Vacuno, especializado en leche	84.113,2	140.057.379,5	0,0006
Granívoros	226.800	553.401.058,1	0,0004
Ganado Porcino	337.500	418.490.377,5	0,0008

Fuente: Simón Fernández, X. Et al. (1997).

<sup>17</sup> Para los cálculos consúltese, SIMÓN FERNÁNDEZ, X. et al. (1997)

<sup>18</sup> Su ineficiencia energética no es un obstáculo para su eficiencia monetaria.

<sup>19</sup> Nos estamos refiriendo a lo que simultáneamente es apropiable (tiene dueño), lo que es intercambiable (tiene precio) y lo que es reproductible (su reproducción está garantizada a través de un proceso de producción). Véanse los trabajos de J. M. NAREDO, especialmente el capítulo 24 de NAREDO, J. M. (1987)

En resumen, los Balances Energéticos, al igual que los enfoques monetarios, son una herramienta adecuada para evaluar sistemas productivos simples y bien delimitados, perdiendo validez conforme avanzamos en el nivel de agregación. Además, al dejar al margen la distinción entre recursos renovables y no renovables y al no tener en cuenta, ni de forma directa ni indirectamente, los efectos que provocan los sistemas de producción dentro y fuera de las explotaciones (contaminación de acuíferos, contribución al calentamiento global, etc.) debemos tomar con suma cautela los resultados a los que nos conduce. En todo caso, la exclusiva utilización de los Balances Energéticos no es el camino correcto para poder evaluar la viabilidad de la agricultura española, por lo que se refiere al intercambio ecológico que realiza con el entorno.

Creemos que, como una aportación germinal susceptible de mejoras en los próximos años, la Huella Ecológica de la agricultura española puede ayudarnos a entender la naturaleza y amplitud de su intercambio ecológico. Y a ello dedicamos el siguiente apartado.

### **3. LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA**

La Huella Ecológica es una herramienta contable que nos permite estimar el consumo de recursos y la capacidad de asimilación de residuos requeridos por una población humana o una economía en función de la superficie de tierra productiva requerida para su mantenimiento<sup>20</sup>. Es decir, el análisis de la Huella Ecológica de un sistema determinado nos permitirá conocer cómo es de dependiente de la importación de recursos, de cualquier lugar, y de la capacidad de asimilación de desperdicios de los "global commons"<sup>21</sup>. Ello significa que la Huella Ecológica es una medida del intercambio realizado entre los sistemas agrarios y los ecosistemas, es decir, del intercambio ecológico.

Esto es, la información suministrada por la Huella Ecológica facilitará la evaluación de la capacidad de un sistema para mantenerse funcionando a través del tiempo en función de la tierra productiva necesaria para su sostenimiento. Sin embargo, muchas son las derivaciones que se pueden extraer de esta sugerente herramienta, así como algunos de sus problemas. El lector interesado en profundizar en ello debe acudir al trabajo original, citado en la bibliografía<sup>22</sup>.

---

<sup>20</sup> REES, W.Y WACKERNAGEL, M. (1996) pg. 9.

<sup>21</sup> *Ibidem*.

<sup>22</sup> No pretendemos presentar la Huella Ecológica como una panacea para el análisis de sistemas complejos como los agrarios. Entre sus claras limitaciones está su incapacidad para recoger aspectos territoriales relevantes, como la monotonización del paisaje, la pérdida de biodiversidad, el deterioro de los cauces de agua, etc. El germinal trabajo de REES Y WACKERNAGEL (1996) ha sido modificado en WACKERNAGEL et al. (1997) y en BICKNELL, K. B. (1998). Es este último caso se calcula la huella ecológica de Nueva Zelanda a partir de las Tablas Input-Output. Una importante crítica a la metodología de la Huella Ecológica se encuentra en VAN DEN BERGH, JCJM et al (1999).

Nosotros vamos a limitarnos a hacer una serie de aclaraciones, que permitan entender el porqué de esta metodología de análisis, y unas explicaciones sobre los cálculos realizados, así como sobre los datos utilizados.

Desde la perspectiva de la economía ecológica, los sistemas económicos son subsistemas inmersos en la Biosfera, a cuyas leyes y principios se deben. Ello significa que, igual que los barcos no podrían navegar, ni pescar, sin el mar, los sistemas económicos necesitan, para alcanzar sus objetivos, de la naturaleza en sus diversas manifestaciones aunque estas hayan sido tan mediadas que, cuando “entran” en el sistema económico, en nada se parezcan a sus formas, y quizás, funciones originales<sup>23</sup>.

Esta errada percepción, hasta cierto punto justificable en actividades económicas como los servicios, no encuentra justificación alguna en el caso de las actividades primarias. ¿Es posible que alguien, en su sano juicio, defienda la idea de producir todos los alimentos y fibras necesarias para los humanos mediante sistemas productivos altamente intensivos y artificializados dónde todos los inputs, excepto la energía solar interceptada, son introducidos por los seres humanos después de procesos industriales? Bien es cierto que existen importantes y exitosas experiencias en este sentido, donde, directamente, la tierra, como recurso, tiene una presencia muy marginal, siendo únicamente el soporte, en su sentido más común, de otros recursos sobre los que se desarrollan las plantas. Pero que ello sea cierto a escala local<sup>24</sup> no significa que sea posible construir nuestro sistema alimenticio, para 8.000 millones de personas en el primer cuarto del próximo siglo, sin una fuerte conexión con la naturaleza. Desde el punto de vista de la economía ecológica, ello sería posible solamente a un elevado precio: centralizando la producción de alimentos, desestructurando los ecosistemas para alimentar estos “artificiales artefactos”, trasladando al futuro, y a los más pobres, los costes de reposición de esos ecosistemas, poniendo en peligro los ciclos vitales, etc.

El análisis de la Huella Ecológica de un sistema nos servirá para llamar la atención sobre su grado de requerimientos ecológicos, expresados mediante la cantidad de tierra productiva afectada, para mantener de forma indefinida un patrón dado de consumo o de producción. El trabajo de Rees y Wackernagel se construye, y aplica, para el cálculo de la Huella Ecológica de patrones de consumo. Para ello parten de datos globales sobre los más diferentes bienes de consumo presentes en la cesta de la compra típica de cada país y traducen todo ello, mediante una serie de simples cálculos, en las hectáreas de superficie ecológicamente productiva necesarias para sostener cada patrón de consumo.

---

<sup>23</sup> Desde mi punto de vista, el más profundo y completo trabajo de economía ecológica realizado en el Estado español se debe a NAREDO, J. M. (1987). Para seguir las conexiones entre la economía ecológica y los sistemas agrarios, véase la Tesis de Doctorado (inérita) del autor del artículo.

<sup>24</sup> Véase el interesante análisis multidisciplinar realizado para el cultivo de tomate en el Campo de Dalías, Almería, en el que se llama la atención, sin embargo, sobre los límites que presentan los sustratos frente al cultivo en suelo enarenado. LÓPEZ-GÁLVEZ, J. y NAREDO, J. M. (1996).

Los autores señalados pretenden calcular la cantidad de Tierra Apropiada por el consumo del bien  $i$  dividiendo la cantidad consumida por la productividad media del sistema productivo asociado. Por ejemplo, si una familia consume durante un año 120 Kg de trigo, considerando una productividad de 2500 kg./ha, tendríamos que la tierra apropiada por nuestra familia, para el consumo de ese cereal, sería de 480 m<sup>2</sup>. Y así para todo tipo de bienes, llegando a calcular la Huella Ecológica para el consumo total en distintos países. Los resultados son muy interesantes pues nos permiten comparar la tierra, esté donde esté, que sustenta los patrones de consumo con las disponibilidades locales de tierra. De esta forma es posible clasificar las diferentes economías según su déficit (cuando la Huella Ecológica es superior a la tierra ecológicamente productiva disponible dentro de las fronteras geográficas) o superávit ecológico (en sentido contrario). La conclusión más relevante a la que llegan es que, fruto del fuerte crecimiento económico de las últimas décadas, instrumentalizado sin ningún tipo de límite ecológico, la localización ecológica de los asentamientos humanos ya no coincide con su localización geográfica<sup>25</sup>.

Nuestro objetivo es calcular la Huella Ecológica de la agricultura española, traduciendo en unidades de superficie los inputs utilizados, pues pensamos que es, como ya se ha dicho, un buen indicador de su intercambio ecológico<sup>26</sup>.

Tal y como establecimos en el apartado anterior, la agricultura española ha sufrido desde la década de los 50 un intenso proceso de modernización que ha permitido incrementar los rendimientos tanto por unidad de superficie como de fuerza de trabajo empleada. Estos logros no han sido conseguidos, sin embargo, a coste nulo. Las formas convencionales de evaluación del funcionamiento de los sistemas de producción han sido insensibles a algunas importantes modificaciones estructurales de nuestros sistemas agrarios. Y los análisis alternativos, realizados mediante la metodología de los Balances Energéticos, también se han demostrado incapaces de evaluar severamente las consecuencias de los sistemas intensivos prevalecientes actualmente en los campos españoles.

La Huella Ecológica, debemos aclararlo, no nos va a indicar cómo debería ser la gestión ambientalmente deseada de nuestros ecosistemas. Simplemente, pretende ser una aportación al debate sobre la imperiosa necesidad de replantearnos el carácter benigno de aquellos teóricos logros de las últimas décadas en el desarrollo agrario. Ello, claro, siempre que nos importe la supervivencia de los ecosistemas con sus capacidades lo más intactas posibles para servir de apoyo vital a las generaciones del futuro<sup>27</sup>.

Lo que nosotros queremos conocer es cuánta tierra necesita la agricultura española para mantener su proceso de producción. Es decir, cuánta superficie está

---

<sup>25</sup> REES, W. Y WACKERNAGEL, M. (1996), pg. 29. Realizan los cálculos únicamente para las economías más desarrolladas.

<sup>26</sup> Las aplicaciones de la Huella Ecológica no se habían referido, hasta ahora, a los sectores productivos.

<sup>27</sup> También se derivan importantes enseñanzas sobre la desigual distribución de los beneficios y costes del crecimiento económico a través del espacio.

al servicio, directa e indirectamente, del proceso productivo agrario. Es obvio que, de forma directa, el proceso productivo agrario se apropia de las tierras de cultivo, los prados y pastizales y las tierras forestales, además de aquellas que están ocupadas por las infraestructuras (construcciones, caminos, obras de regadío, etc.) que facilitan directamente las tareas agrarias.

De forma indirecta, los sistemas productivos agrarios también se apropian de otras tierras: las necesarias para captar las emisiones de CO<sub>2</sub> de los combustibles fósiles utilizados; las ocupadas por las infraestructuras hidroeléctricas, tanto por el embalsamiento del agua como los tendidos eléctricos que transportan la energía; las tierras necesarias para obtener los piensos, industrialmente producidos, que consume la cabaña ganadera; la tierra necesaria para producir los fertilizantes químicos, actualmente dominantes en las agriculturas modernas; la tierra necesaria para alimentar a una cabaña ganadera con capacidad para producir un "trabajo" equivalente a los CV actualmente instalados<sup>28</sup>; la tierra necesaria para mantener los patrones de consumo de los agricultores; etc.<sup>29</sup>

Nosotros hemos limitado el análisis a un subconjunto de las mismas por no disponer de toda la información necesaria para el cálculo completo de la Huella Ecológica de la agricultura española. Aún así, limitando nuestro análisis a un número reducido de inputs de producción podremos comprobar, como se presentará posteriormente, que la Huella Ecológica de nuestra agricultura pone de manifiesto la inviabilidad del sistema de producción a lo largo del tiempo.

Como ya se dijo en la primera parte del trabajo, la fuente estadística primaria utilizada es el Anuario de Estadística Agraria. Los cálculos de la Huella Ecológica estarán referidos a dos períodos de tiempo: los años 70, como media de los años 1977 y 1978, y los años 90, como media de los años 1993 y 1994, y las categorías de tierra, así como los índices de productividad utilizados, son los siguientes:

1. La tierra productiva directamente apropiada. Se sumaron las categorías Tierras de Cultivo, Prados Naturales y Pastizales, Terreno Forestal, Erial y Espartizal<sup>30</sup>; productoras de los diversos productos obtenidos así como de una parte de los inputs utilizados. Lo que caracteriza a todas estas categorías de tierra es que toda ella es productiva, es decir, a través del cultivo, mediante el aprovechamiento directo por parte del ganado o mediante prácticas forestales se obtienen una serie de productos de interés humano.

---

<sup>28</sup> Aunque lo conveniente hubiese sido disponer de la información estadística necesaria para contabilizar los recursos naturales (tierra, materias primas, capacidad de asimilación de desperdicios, etc.) exigidos para la producción de fertilizantes, piensos y tractores, nosotros hemos calculado la Huella Ecológica asociada al consumo de fertilizantes y tecnología mecánica mediante las necesidades de tierra de sistemas alternativos –producción de compost mediante un proceso de vermicompostaje, y tracción animal.

<sup>29</sup> Al realizar un análisis de esta naturaleza tampoco estaremos contabilizando algunas de las relaciones entre los sistemas ecológicos y los sistemas productivos: todo tipo de contaminación, excepto las emisiones de CO<sub>2</sub>; conservación o destrucción de biodiversidad; etc.

<sup>30</sup> Para la definición de cada categoría de tierra consúltese el Anuario de Estadística Agraria.

2. En cuanto a la tierra apropiada no productiva, la asimilamos a lo que en los Anuarios se denomina Superficie No Agrícola, la cual incluye la tierra destinada a poblaciones, edificaciones, caminos y carreteras, etc. Es cierto que una buena parte de esta superficie "no productiva" sirve tanto a los intereses de la agricultura (vías férreas para introducir inputs o comercializar los outputs) como de otras actividades económicas (vías de comunicación para traer/llevar turistas). Como no sabemos imputar a cada actividad económica su cuota de responsabilidad en la generación de este "aprovechamiento" y dado el grado de interrelación existente entre las diferentes actividades económicas, creemos que incurrimos en un menor error al imputarle a la agricultura toda la Superficie No Agrícola como Tierra Apropriada que dejando al margen cualquier tipo de valoración.

3. ¿Cómo transformar el consumo directo de energía fósil en tierra productiva?. El procedimiento es el siguiente: partiendo del consumo de energía fósil de la agricultura española, expresada en GigaJulios (GJ), calculamos la tierra necesaria para absorber las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a ese consumo considerando que 1 Ha. puede capturar, en media, el CO<sub>2</sub> emitido por el consumo de 100 GJ de combustibles fósiles<sup>31</sup>.

4. El consumo de energía hidroeléctrica también consume tierra. Por una parte, la superficie anegada por los embalses. Por otra parte, la tierra ocupada por las infraestructuras de distribución. Rees y Wackernagel establecen como índice medio el de 1 Ha. de tierra por cada 1.000 GJ de energía hidroeléctrica<sup>32</sup>.

#### CUADRO 4. TIERRA APROPIADA POR EL CONSUMO DE ENERGÍA COMERCIAL

	GJ 77-78	GJ 93-94	Varias Unidades	
			77-78	93-94
Combustibles fósiles (Litros)	95.675.063	74.380.707	2.555.012.582	1.984.220.000
Electricidad (Kw/h)	1.464.795	10.885.536	708.369.385	3.662.500.000
Total GJ	97.139.858	85.266.243		
Huella Ecológica Combustibles Fósiles	956.751	743.807		
Huella Ecológica Electricidad	1.465	10.886		
Huella Ecológica Energía Comercial	958.215	754.693		

Fuente: Elaboración Propia.

<sup>31</sup> REES Y WACKERNAGEL analizan tres opciones para transformar el consumo de combustibles fósiles en tierra apropiada: calcular la tierra necesaria para producir un sustituto actual biológicamente productivo (el etanol, por ejemplo); la superficie de tierra requerida para reconstruir el capital natural a la misma tasa a la que está siendo consumida la energía fósil; y finalmente, la cantidad necesaria de tierra para capturar el CO<sub>2</sub> emitido por la combustión de la energía fósil. Este último fue el criterio adoptado pues, tratando de reducir el efecto que ese consumo tiene sobre la Huella Ecológica, es el de menor demanda superficial para la misma cantidad de emisiones. Para una ampliación de esto, véase Rees, W. Y Wackernagel, M. (1996), pgs. 72-74.

5. La transformación del consumo de fertilizantes industriales en tierra productiva puede hacerse de diferentes formas. Nosotros hemos procedido de la siguiente manera: partimos del consumo total de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos y elegimos un sistema biológico, el vermicompostaje con purín de cerdo y residuos agrícolas, para obtener las mismas cantidades de aquellos componentes. Siguiendo los trabajos de un reconocido equipo en la materia<sup>33</sup> calculamos las hectáreas necesarias para fertilizar nuestra agricultura, de la siguiente forma: en términos medios, la carga ganadera adecuada, según normas de la U.E., es de 16 cerdos por Ha. y como cada cerdo produce 1,75 Tm. de purín año, tenemos que se obtendrían 28 Tm. de purín por hectárea y año. Por otra parte, y también como datos medios, tenemos que por Kg de purín de cerdo se obtienen, mediante un proceso de vermicompostaje, 22.366, 4.649 y 29.300 mg de fósforo, potasio y nitrógeno, respectivamente<sup>34</sup>. Con unos fáciles cálculos somos capaces de transformar las Tm de abonos industriales en Ha. de tierra. Los resultados aparecen en el Cuadro 5.

#### **CUADRO 5. TIERRA APROPIADA POR EL CONSUMO DE FERTILIZANTES**

	Huella Ecológica (Ha.)		Consumo Fertilizantes (Tm)	
	77-78	93-94	77-78	93-94
Fertilizantes Nitrogenados	1.001.753	1.098.074	821.838	900.860
Fertilizantes Potásicos	2.154.972	2.966.713	456.135	469.146
Fertilizantes Fosfóricos	728.362	749.138	280.517	386.183
Huella Eco. Fertilizantes	3.885.086	4.813.925	1.583.491	1.756.189

Fuente: Elaboración Propia

6. El procedimiento para transformar las Tm de piensos industriales consumidas por nuestra cabaña ganadera en Ha de tierra productiva parte de la idea de la necesidad de combinar alimentos concentrados, mediante la mezcla de granos, y heno,

<sup>32</sup> El consumo de electricidad de la agricultura española, en los dos períodos de tiempo considerados, lo hemos imputado a la generación de electricidad mediante el consumo de combustibles fósiles (47,44% y 82,56%, respectivamente) y mediante represas (42,56% y 17,44%, respectivamente). Hemos dejado al margen la energía nuclear pues si bien, en funcionamiento normal, una central nuclear es capaz de producir mucha más energía por Ha. de tierra de la que se produce en cualquiera de las otras dos opciones, si tuviésemos en cuenta el riesgo de accidente –mediante la superficie que se afectaría por radioactividad, por ejemplo- y la longevidad de sus residuos –mediante la superficie que los almacenaría más la superficie de seguridad, por ejemplo-, su índice de productividad caería muy por debajo de los referidos tanto a los combustibles fósiles como a la hidroelectricidad.

<sup>33</sup> Nos estamos refiriendo a los miembros del Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Universidad de Vigo. Entre sus trabajos pueden consultarse MATO, S. Y DOMÍNGUEZ, J. (1996), o la Tesis de Doctorado de J. DOMÍNGUEZ (1996).

<sup>34</sup> Datos obtenidos de DOMÍNGUEZ MARTÍN, J. (1996). Hemos utilizado los mismos índices para los dos períodos de tiempo analizados.

tal y como se establece en la literatura especializada<sup>35</sup>. Para ello hemos dado un peso del 65% a diversos granos (trigo, cebada caballar, avena, centeno y maíz, repartido equitativamente) y un 35% a forrajes tales como maíz forrajero, alfalfa y praderas polifitas (un 10% cada uno de ellos) y el nabo forrajero (con una participación del 5%). Por otra parte, hemos calculado los rendimientos medios de cada uno de esos cultivos en dos períodos de tiempo: el primero, la media de los rendimientos desde 1970 a 1980; el segundo, desde 1984 a 1994<sup>36</sup>.

Partiendo del consumo global de piensos de la agricultura española ponderamos cada uno de los cultivos considerados, según lo comentado anteriormente, con cada rendimiento por Ha, obteniendo el número de Ha necesarias, estén donde estén, para soportar la cabaña ganadera existente.

Lo ideal hubiese sido disponer de la riqueza alimenticia de los piensos para buscar una combinación de cultivos forrajeros y granos que se adaptase a aquella, y para el caso de los procesados, además, conocer el consumo de inputs realizado por las industrias de productos de alimentación animal. No ha sido así pero, dado el objetivo que pretendemos, evaluar el funcionamiento del sistema de producción mas que dar líneas de manejo ecológico, creemos que esa carencia no desvirtúa nuestros resultados.

Por otra parte, la producción final de granos de la agricultura española que se ha utilizado en la producción de los piensos compuestos ya ha sido considerada, en términos de Tierra Apropiada, en la primera de las rúbricas componentes de la Huella Ecológica por lo que, para evitar doble contabilización, solamente tendremos en cuenta, para el cálculo de la Tierra Apropiada necesaria para producir alimento para el ganado, las Tm. de piensos que han sido importadas en los períodos considerados.

7. Según datos de diferentes *Anuarios* en el campo español está instalada una capacidad motora para 1978 y 1994 de 23,6 y 45,8 millones de CV, como tractores, de 2,5 y 3,6 millones de CV, como motocultores, y de 3,3 y 4,8 millones de CV, como cosechadoras. Dada la significatividad, en el conjunto del parque motor agrario, de la potencia instalada en forma de tractores vamos a dejar al margen tanto los motocultores como las cosechadoras.

Para transformar esos CV fósiles en Ha de tierra productiva hemos supuesto que los caballos de tiro, de 650 Kg de peso, serían el sustituto con una potencia de 0,7 CV. Como un caballo de estas características necesita al año, en condiciones de trabajo medio<sup>37</sup>, 2.076 Kg de alimento concentrado y 3.261 Kg de heno, ha sido fácil transformarlo todo en Ha considerando los rendimientos medios de una Ha. de cebada caballar y de praderas polifitas. Para el período 1.977-78 hemos calculado la media de los rendimientos entre 1.970 y 1.980; para el período 1.993-94 los rendimientos de 1.984-1.994.

---

<sup>35</sup> MORRISON, F. B. (1973).

<sup>36</sup> Utilizamos, nuevamente, datos extraídos de diferentes *Anuarios*.

<sup>37</sup> MORRISON, F. B. (1973).



Mediante este procedimiento, somos capaces de intuir cuanta superficie productiva necesitaría la agricultura española si tuviese que substituir toda su maquinaria de tracción mecánica por tracción animal<sup>38</sup>.

Los resultados obtenidos, ya agregados, fueron los siguientes:

**CUADRO 6: LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA (HA.)**

AÑOS 70						
INPUT TIPO TIERRA	Tierras de Cultivo	Prados	Tierra Forestal	T. No Productiva	Tierra Energética	Huella Ecológica
Tierra Apropriada	24.586.750	6.918.800	15.322.350	1.858.450		48.686.350
Combustibles Fósiles					956.751	956.751
Electricidad				1.465		1.465
Fertilizantes	3.885.086					3.885.086
Alimentación Animal	2.627.115					2.627.115
Maquinaria	21.204.341					21.204.341
TOTAL	52.303.292	6.918.800	15.322.350	1.859.915	956.751	77.361.108
AÑOS 90						
INPUT TIPO TIERRA	Tierras de Cultivo	Prados	Tierra Forestal	T. No Productiva	Tierra Energética	Huella Ecológica
Tierra Apropriada	23.381.857	7.032.983	16.141.126	2.032.057		48.588.022
Combustibles Fósiles					743.807	743.807
Electricidad				10.886		10.886
Fertilizantes	4.813.925					4.813.925
Alimentación Animal	1.248.705					1.248.705
Maquinaria	36.712.527					36.712.527
TOTAL	66.157.013	7.032.983	16.141.126	2.042.942	743.807	92.117.871

Fuente: Elaboración Propia

Tomando solamente estos inputs (tierra productiva y no productiva, energía fósil, energía hidroeléctrica, fertilizantes, piensos y potencia instalada en tractores) llegamos a la conclusión ya adelantada: la agricultura española ocupa, directa o indirectamente, una superficie que es superior a la superficie total del Estado español presentando, por tanto, un amplio déficit ecológico. Es decir, las necesidades

<sup>38</sup> Si tal substitución tuviese lugar, el consumo de combustibles fósiles se reduciría casi por completo y, por lo tanto, no necesitaríamos tierra para capturar las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por motivos didácticos mantenemos la rúbrica en el Cuadro 6. En sentido estricto no tiene sentido mantenerla pero, como se puede comprobar, la tendencia del intercambio ecológico de la agricultura española no se modifica de forma sustantiva (la cantidad de tierra fértil necesaria se reduciría solamente un 0,8 y un 1,2% en cada período de tiempo.).

ecológicas de los sistemas de producción, expresadas en términos de superficie productiva necesaria, superan ampliamente las disponibilidades superficiales existentes. Las 50.599.000 Ha de superficie disponible no alcanzan para cubrir el espacio requerido por la agricultura española: en 1977-78, la cantidad de tierra necesaria era un 53% mayor que la existente; en 1993-1994, era un 82% mayor.

#### 4. CONCLUSIÓN

Creemos que la conclusión más relevante del presente análisis está en lo poco que representa la actividad agrícola en términos monetarios (Valor Añadido Bruto, por ejemplo) y su gran incidencia en términos superficiales. Dicho de otra forma, si dejando al margen importantes inputs de los procesos de producción resulta que la agricultura necesita una superficie que ya supera la total del Estado y si la participación del sector en el consumo de energía fósil o de energía eléctrica, por ejemplo, es un porcentaje muy pequeño del total, resulta que la actividad económica total en el Estado español presentará un agudo déficit ecológico<sup>39</sup>.

El análisis se realiza sin tener en cuenta el lugar dónde se encuentren esas unidades de superficie. Es decir, o bien se están utilizando territorios alejados, lo cual confirmaría que la localización ecológica y geográfica de los sistemas ha dejado de coincidir, por lo que existe una deuda ecológica entre generaciones presentes de diferentes lugares, no reconocida por el mercado, o bien se están trasladando al futuro los costes de mantener un intercambio ecológico desproporcionado y con consecuencias irreversibles por las que se habrá de pagar en algún momento<sup>40</sup>.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BICKNELL, K. B. Et al. (1998): "New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy". En *Ecological Economics*, nº 27, pgs. 149-160.
- CAMPOS PALACÍN, P. (1982): "Producción y uso de energía en las explotaciones familiares del occidente asturiano". En *Agricultura y Sociedad*, nº 24, pgs. 61-105.
- CAMPOS PALACÍN, P. (1984): *Economía y energía en la dehesa extremeña*. Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios, Madrid.
- DOMÍNGUEZ, J. (1996): *Estudio y comparación de los procesos de compostaje y vermicompostaje*. Tesis Doctoral, Universidad de Vigo. Inédita.
- LEACH, G. (1981): *Energía y producción de alimentos*. MAPA, Madrid.
- LÓPEZ GÁLVEZ, J. y NAREDO, J. M. (1996): *Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos*. Fundación Argentaria-Editorial Visor, Madrid.

---

<sup>39</sup> Utilizando productividades medias mundiales y datos de 1997, Wackernagel, M. et al. (1997) establecen un déficit ecológico para la economía española que supera los 63 millones de ha.

<sup>40</sup> MARTÍNEZ ALIER, J. (1994).

- LÓPEZ GÁLVEZ, J. et al. (Editores) (1997): *La gestión del agua de riego*. Fundación Argentaria-Editorial Visor, Madrid.
- LÓPEZ LINAGE, J. (1985): "Perspectiva energética de la recría bovina en Asturias". En, *Revista de Estudios Agro-Sociales*, nº 132.
- MARTÍNEZ ALIER, J. (1994): *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Icaria Editorial, Barcelona.
- MATO, S. y DOMÍNGUEZ, J. (1996): "Bioprocessing of organic wastes: safety for landspreading them". En, Van Straaten, N. M. et al. (editores) (1996): *Bioindicator Systems for Soil Pollution*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (varios años): *Anuario de Estadística Agraria*. Madrid.
- MINISTERIO DE COMERCIO Y TURISMO (1994): *Sector Exterior en 1994*. Secretaría de Estado de Comercio, Turismo y PYMES, Madrid.
- MORRISON, F. B. (1973): *Compendio de alimentación de ganado*. UTEHA, vigesimoprimera edición, México.
- NAREDO, J. M. y CAMPOS, P. (1980): "Los Balances Energéticos de la agricultura española". En, *Agricultura y Sociedad*, nº 15.
- NAREDO, J. M. (1987): *La economía en evolución*. Siglo XXI Editores-Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid. (Existe Segunda Edición actualizada, de 1997, en Siglo XXI Editores).
- NAREDO, J. M. (1997): "Problemática de la gestión del agua en España". En, VV. AA. (1997): *La economía del agua en España*. Fundación Argentaria-Editorial Visor, Madrid.
- PASSET, R. (1996): *Principios de bioeconomía*. Fundación Argentaria-Visor Ediciones, Madrid.
- PIMENTEL, D. et al. (1973): "Food production and the energy crisis". En *Science*, nº 182, pg 443-449.
- PIMENTEL, D. et al. (1979): *Food, energy and society*. Edward Arnol, London.
- PUIG, J. y COROMINAS, J. (1990): *La ruta de la energía*. Editorial Anthropos-Servicio Editorial de la UPV, Barcelona.
- PUNTÍ, A. (1982): "Balance energético y costo ecológico de la agricultura española". En, *Agricultura y Sociedad*, nº 23, Abril-Junio.
- SIMÓN FERNÁNDEZ, X. et al. (1997): "Novas formas de medir a eficiencia: balances enerxéticos e tempos de reproducción". En, VV. AA. (1997): *Primeiras Xornadas de Agroecoloxía*. Edicións Fouce, Lugo.
- TOLEDO, V. M. (1981): "Intercambio ecológico e intercambio económico en el proceso productivo primario"; en Leff, E. (Editor): *Biosociología y articulación de las ciencias*. UNAM, México.
- VAN DEN BERGH, JCJM y VERBRUGGEN, H. (1999): "Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the "ecological footprint". En *Ecological Economics*, 29, 61-72.
- VV. AA. (1979): *Extremadura saqueada. Recursos naturales y autonomía regional*. Ruedo Ibérico Ediciones.
- WACKERNAGEL, M. y REES, W. (1996): *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Canadá.
- WACKERNAGEL, M. et al (1997): *Ecological footprints of nations*. Centre for Sustainability Studies. Xalapa, Mexico.

**ANEXO ESTADÍSTICO<sup>41</sup>**

**CUADRO 1: PRODUCCIÓN TOTAL Y FINAL AGRÍCOLA, GANADERA Y FORESTAL (TM)**

	Años 50		Años 70		Años 90	
	Producción total	Producción Final	Producción total	Producción Final	Producción total	Producción Final
Cereales	7.535.800	3.113.500	15.145.869	6.562.659	16.356.927	13.374.613
Leguminosas	580.650	277.350	436.025	184.732	205.578	158.574
Tubérculos	3.868.400	3.472.400	6.174.924	5.068.783	3.877.837	3.381.351
Cultivos Ind.	1.280.845	1.045.674	2.787.805	1.581.208	10.351.614	10.343.410
Hortalizas	3.390.350	3.390.350	8.420.277	8.104.734	10.855.996	10.650.610
Cítricos	1.033.150	1.033.150	2.835.712	2.835.712	4.935.313	4.935.313
Frutales no citr.	2.296.550	1.843.250	2.859.528	2.746.323	3.524.585	3.453.006
Viñedo	2.678.000	2.678.000	4.131.520	4.131.520	3.910.950	3.910.950
Olivar	2.084.855	2.084.855	2.692.594	2.692.594	2.804.227	2.804.227
Pajas	11.699.350	0	11.467.544	0	6.640.230	0
Cultivos forraj.	9.782.250	0	22.288.115	0	32.469.634	0
P. T. Agrícola	46.230.200		79.239.913		95.932.891	
P. F. Agrícola		18.938.529		33.908.265		53.012.054
Carne	381.057	381.057	2.187.915	2.187.915	3.864.437	3.864.437
Leche	2.639.566	1.959.859	5.965.143	5.351.143	6.611.500	6.354.231
Huevos	159.480	159.480	629.568	629.568	771.834	771.834
Lana y piel	29.750	29.750	81.281	81.281	95.185	95.185
Miel y cera	7.387	7.387	11.080	11.080	26.528	26.528
Estiercol	62.302.000	0	60.436.500	0	74.236.000	0
Tracción animal	2.763.000	0	985.500	0	198.500	0
P. T. Ganadera	68.282.240		70.296.987		85.803.984	
P. F. Ganadera		2.537.533		8.260.987		11.112.215
Madera	2.213.750	2.213.750	11.898.750	11.898.750	12.656.156	12.656.156
Leña	3.186.742	3.186.742	1.015.942	1.015.942	1.794.792	1.794.792
Resina	42.296	42.296	21.143	21.143	1.905	1.905
Corcho	79.150	79.150	84.327	84.327	76.367	76.367
Esparto	142.955	142.955	23.848	23.848	232	232
Bellota	1.136.000	0	292.278	0	359.436	0
Frutos	115.000	115.000	22.116	22.116	41.490	41.490
P. T. Forestal	6.915.893		13.358.404		14.930.378	
P. F. Forestal		5.779.893		13.066.126		14.570.942
P. T. Agraria	121.428.333		162.895.304		196.667.253	
P. F. Agraria		27.255.955		55.235.378		78.695.211

<sup>41</sup> Los procedimientos utilizados para transformar las unidades físicas en unidades energéticas han sido los mismos que Naredo y Campos (1980). Los criterios para fijar qué es Producción Total y Producción Final han seguido las hipótesis establecidas por esos autores, para permitir la comparación. La ausencia de información ha impedido considerar la producción pastada directamente por los animales. La referencia de Naredo y Campos y cálculos propios a partir de los Anuarios de Estadística Agraria han servido para elaborar los Cuadros de este Anexo.

**CUADRO 2: PRODUCCIÓN TOTAL Y FINAL AGRÍCOLA, GANADERA Y FORESTAL (MILLONES DE KCAL)**

	Años 50		Años 70		Años 90	
	Producción total	Producción Final	Producción total	Producción Final	Producción total	Producción Final
Cereales	27.251.391	11.169.919	54.867.085	23.459.380	54.559.842	44.844.556
Leguminosas	2.081.353	1.005.511	1.550.583	662.072	733.985	567.488
Tubérculos	3.208.064	2.879.661	4.706.090	3.790.265	3.397.548	2.962.788
Cultivos Ind.	4.261.087	3.647.723	11.722.356	8.133.409	38.951.458	38.920.557
Hortalizas	1.127.980	1.127.979	2.773.912	2.655.169	3.472.526	3.396.949
Cítricos	460.128	460.128	1.246.095	1.246.094	2.483.944	2.483.944
Frutales no citr.	3.940.217	2.313.807	3.845.255	3.700.570	3.980.346	3.909.838
Viñedo	993.882	993.882	1.505.113	1.505.113	2.947.021	2.947.021
Olivar	3.273.531	3.273.531	4.065.818	4.065.818	4.153.060	4.153.060
Pajas	40.496.784		38.438.339		24.261.691	
Cultivos forraj.	8.715.904		35.032.522		16.851.212	
P. T. Agrícola	95.810.319		159.753.166		155.792.633	
P. F. Agrícola		26.872.141		49.217.890		104.186.201
Carne	1.610.861	1.610.861	7.580.924	7.380.934	14.863.121	14.863.121
Leche	1.411.654	1.411.654	3.797.311	3.797.311	3.721.637	3.584.049
Huevos	280.254	280.254	1.106.399	1.106.339	1.356.379	1.356.379
Lana y piel	104.125	104.125	264.899	264.599	333.148	333.148
Miel y cera	29.400	29.402	44.098	44.098	105.581	105.581
Estiércol	7.593.727		6.664.182		8.450.606	
Tracción animal	1.854.792		508.481		70.608	
P. T. Ganadera	12.884.813		19.966.294		28.901.080	
P. F. Ganadera		3.436.296		12.593.281		20.242.278
Madera	6.641.250	6.641.250	35.603.250	35.603.250	37.968.467	37.968.467
Leña	9.560.227	9.560.227	3.047.827	3.047.827	5.384.377	5.384.377
Resina	126.888	126.888	63.429	63.429	5.715	5.715
Corcho	237.450	237.450	252.982	252.982	229.101	229.101
Esparto	428.865	428.865	71.544	71.544	696	696
Bellota	3.629.750		1.022.973		1.258.026	
Frutos	373.750	373.750	77.407	77.407	145.215	145.215
P. T. Forestal	20.998.180		40.139.412		44.991.597	
P. F. Forestal		17.368.430		39.116.439		43.733.571
P. T. Agraria	129.693.312		219.858.872		229.685.310	
P. F. Agraria		47.676.867		100.927.610		168.162.050

**CUADRO 3: INPUTS. (UNIDADES RESPECTIVAS)**

	Años 50	Años 70	Años 90
Trabajo (P. A.)	5.358.500	2.498.700	1.392.850
Fertilizantes (Tm)	318.876	1.583.491	1.756.189
Nitrogenados (Tm)	91.708	821.838	900.860
Fosfatados (Tm)	179.116	456.135	469.146
Potásicos (Tm)	48.051	280.517	386.183
Maquinaria (Número)	9.201	478.105	831.544
Tractores (Número)	9.029	438.534	782.522
Cosechadoras (Número)	344	39.631	49.022
Carburantes (Litros)	91.311.000	2.555.012.582	1.985.250.000
Gas-oil (Litros)	30.631.000	2.460.541.360	1.573.250.000
Otros (Litros)	60.680.000	94.471.222	412.000.000
Electricidad (Kw/h)	152.580.000	708.369.385	3.662.500.000
Tratamientos (Tm)	17.899	78.697	84.341
Piensos compuestos e importados	0	14.071.269	18.670.918

**CUADRO 4: INPUTS DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA (MILLONES DE KCAL)**

	Años 50	Años 70	Años 90
Semillas	3.691.094	5.089.164	2.566.643
Tracción Animal	1.854.792	508.481	70.608
Estiércol	7.593.727	6.664.162	8.450.605
Fertilizantes	2.456.145	17.843.174	19.624.885
Maquinaria	111.246	2.904.572	5.569.731
Carburantes	900.153	26.416.810	19.957.644
Electricidad	524.905	2.438.207	12.606.325
Tratamientos	433.167	1.904.465	2.041.052
Trabajo	536.330	230.856	134.047
Pienso concentrado	0	30.811.020	29.337.547
Pienso propio	20.143.321	33.446.735	9.322.500
Cultivos forrajeros	8.715.904	35.032.522	16.851.212
Pajas	40.496.783	38.438.339	24.261.691
TOTAL INPUTS	87.457.567	201.728.507	150.794.490
INPUTS DE FUERA	4.961.946	82.549.104	89.271.231
REEMPLEOS	82.495.621	119.179.403	61.523.259