

PAPELES DE AGUA VIRTUAL

Número 4

**LA HUELLA HÍDRICA  
DE LA GANADERÍA ESPAÑOLA**

**Roberto Rodríguez Casado, Paula Novo y  
Alberto Garrido**

 **Fundación  
Marcelino Botín**

<http://www.fundacionmbotin.org>

---

Papeles de Agua Virtual. Observatorio del Agua  
Edita: Fundación Marcelino Botín. Pedrueca, 1 (Santander)  
[www.fundacionmbotin.org](http://www.fundacionmbotin.org)

ISBN: 978-84-96655-23-2 (obra completa)

ISBN: 978-84-96655-48-5 (Número 4)

Depósito legal: M. 30.229-2009

Impreso en REALIGRAF, S.A. Madrid, junio de 2009

# ÍNDICE

RESUMEN .....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. La importancia de la ganadería en la huella hídrica de la dieta .....	7
1.2. Situación general del sector ganadero es- pañol.....	9
2. OBJETIVO.....	13
3. METODOLOGÍA.....	13
4. RESULTADOS.....	17
4.1. Huella hídrica de la ganadería .....	18
4.2. Agua virtual en la alimentación de la gana- nadería.....	25
4.3. “Comercio” de agua virtual en forma productos ganaderos .....	29
4.4. Impacto medioambiental de la ganadería.....	32
5. CONCLUSIONES .....	34
6. REFERENCIAS.....	37
7. ANEXOS .....	39



# LA HUELLA HÍDRICA DE LA GANADERÍA ESPAÑOLA

Roberto Rodríguez Casado, Paula Novo y  
Alberto Garrido

## RESUMEN

La huella hídrica de una persona, colectivo o país se define como el total de agua usada para producir los bienes y servicios consumidos por esa persona, colectivo o país. El objetivo de este estudio es realizar una estimación de la huella hídrica de la ganadería en España. Partiendo de las raciones alimenticias de las distintas especies ganaderas, se calcula la huella hídrica de los animales, distinguiendo su consumo de agua directo, así como la huella de los productos empleados en la composición de los piensos más comunes. Se analiza la evolución del censo ganadero de cada provincia de España para el período 1997-2006. En los resultados obtenidos se aprecian cambios en la composición de la huella entre especies, aumentando la de porcino, y disminuyendo la de bovino. La expansión del sector ganadero ha provocado que la huella hídrica ganadera haya crecido de manera sostenida desde 1997 hasta situarse en torno a los  $54 \text{ km}^3$  en el año 2004. Aproximadamente la mitad de la huella se corresponde con importaciones de productos agrícolas para alimentación animal. En los años 2005 y 2006 se aprecia un ligero

descenso en la huella que puede indicar un modo de uso más sostenible por parte del sector ganadero.

**Palabras clave:** huella hídrica, agua virtual, agua azul y verde, ganadería, España.

## **The water footprint of the Spanish livestock sector**

### **ABSTRACT**

The water footprint of an individual, community or nation is defined as the total volume of freshwater that is used to produce the goods and services consumed by the person, group or the inhabitants of the nation. The main objective of this study is to assess the water footprint of the Spanish livestock sector. First we estimate the feed rations of the animal species, then the water footprint is evaluated, distinguishing the animals direct consumption from the footprint of the commodities used to manufacture the most common feed mixed formulae. We analyze the evolution of the animal census of each Spanish province for the period 1997-2006. Significant changes in the composition of the footprint by species are identified, with increases of the pork sector's footprint, and decreases of the bovine sector's. The livestock footprint exhibits an upward trend that peaked in 2004, from which slight decreases in 2005 and 2006 may indicate a more sustainable water utilization in the livestock sector.

**Keywords:** water footprint, virtual water, green and blue water, livestock sector, Spain

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. La importancia de la ganadería en la huella hídrica de la dieta humana

Son ya conocidos y numerosos los estudios que demuestran que la ingesta de proteína cárnica en la dieta es responsable de una parte importante de sus huellas ecológica, hídrica y de CO<sub>2</sub>. Aunque la tasa de conversión entre los kilogramos de pienso consumidos y los kilogramos de carne producidos ha mejorado sustancialmente en las últimas décadas, la ganadería es hoy responsable indirecto y directo del 9% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las actividades relacionadas con la acción humana, y produce el 65% de las emisiones de óxidos de nitrógeno que tiene un efecto global de calentamiento 296 veces mayor que el CO<sub>2</sub>, principalmente proveniente del uso del estiércol (FAO, 2006). En términos de huella hídrica (HH), a la carne de bovino se le ha llegado a imputar un valor que oscila entre 16.000 y 70.000 litros/kg (Gleick y Palaniappan 2009).

La única evaluación completa sobre la HH conocida por los autores de una persona ha sido realizada por Chapagain y Orr (2008) para WWF para un ciudadano británico medio. Se concluye que el 75% de la huella hídrica de un británico está asociada con su dieta, y sólo el 3% se corresponde con el consumo de agua en el hogar. Además, se estima que dos tercios de su huella hídrica se “exportan” fuera del Reino Unido. De ahí que el informe de WWF incida en evaluar la huella externa, su procedencia y en qué productos está incardinada. Aproximadamente, cada británico tiene una huella externa asociada a su alimentación de 750 m<sup>3</sup> al año. El consumo de productos ganaderos supone el 40% de la huella hídrica británica, siendo el bovino el componente de mayor importancia.

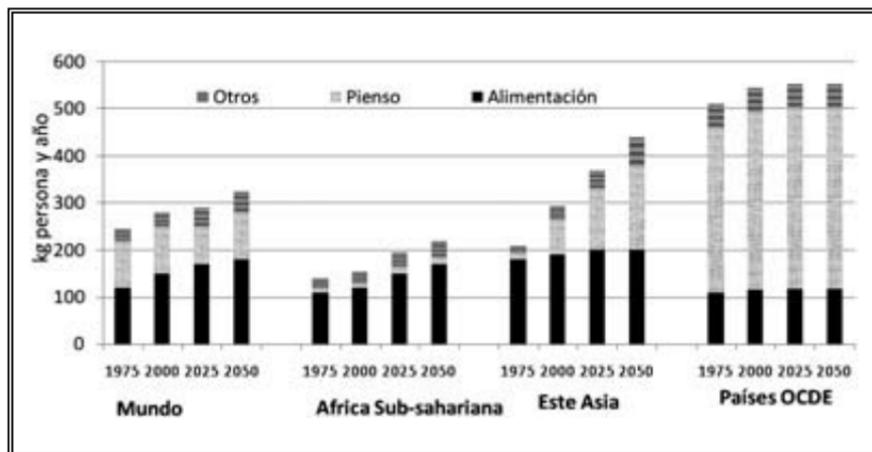
Desde la óptica global, recientemente se han producido estimaciones sobre la alimentación en el mundo que han sido

calificadas como neo-malthusianas (Kuylenstierna et al, 2008). Se tienen dudas, no de que la humanidad se pueda alimentar en la actualidad, que técnicamente no representa un problema, sino que lo pueda hacer en el horizonte 2030-2050.

Veamos primero las previsiones sobre la demanda de alimentos y después los fundamentos de esas dudas. Las evaluaciones más recientes del aumento de la demanda de cereales oscila entre los 740 millones de Tn (para el año 2025, por parte de Rosegrant *et al.*, 2002) y los 1000 millones (para el año 2050, por parte de CAWMA, 2007). Esta última fuente estima que cada año el consumo de agua necesario para lograr esos aumentos de producciones deberá aumentar entre 100 y 130 km<sup>3</sup>. Kuylenstierna *et al.*, (2008) estiman que los usos del agua empleados en la alimentación en el mundo deberían aumentar de 7000 km<sup>3</sup> a más de 10.000 km<sup>3</sup>, al objeto de asegurar una ingesta de 3000 kcal per cápita, con un 70% de origen vegetal y un 30% animal.

El aumento de la demanda mundial de cereales para 2025 y 2050 está motivado fundamentalmente por el cambio de la dieta en Asia y el aumento de la dieta calórica en África, como se puede apreciar en la Fig. 1. En el caso de Asia, se prevé un aumento de la dieta cárnica, multiplicándose por cuatro el empleo per cápita de cereales pienso entre 2000 y 2050.

La expansión del sector ganadero sucedida en los últimos años, con expectativas de que siga aumentando, es claramente dependiente de la producción y el comercio internacional de piensos. En el caso de España, la huella hídrica de la agricultura interna se ha mantenido estable en el período 1997-2006, como resultado de una economía madura del agua, pero la externa no ha dejado de aumentar en los diez años analizados (Rodríguez Casado *et al.*, 2009; Garrido *et*

FIGURA 1. *Demanda per cápita de cereales horizonte 2050*

Fuente: CAWMA (2007).

*al.*, 2009). En general el aumento de la producción ganadera conlleva, con pocas excepciones, un aumento de las externalidades, tales como la contaminación de acuíferos o la emisión de GEI, que deben integrarse en el análisis económico de esta actividad. Por tanto, la consideración del vínculo entre producción de piensos y producción ganadera es esencial desde la óptica de la política ambiental (Galloway *et al.*, 2007).

## 1.2. Situación general del sector ganadero español

El sector ganadero español ha experimentado un sorprendente y positivo desarrollo en los últimos años. En el Cuadro 1 se recogen los principales resultados de la producción de la rama agraria, diferenciando la producción vegetal, la producción animal y los consumos intermedios (definidos como el valor de los bienes y servicios consumidos como insumos en el proceso de producción en el sector agrario, MARM, 2009a). Se puede apreciar cómo la evolución positiva del sector agrario está ligada al incremento de la producción

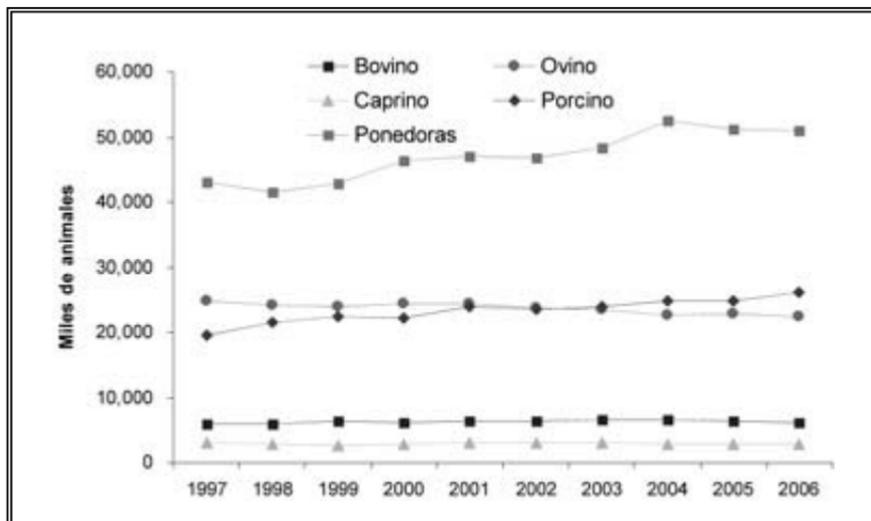
animal y al consumo de piensos. La actividad ganadera contribuye con un 40% a la producción final agraria española. A lo largo de las últimas décadas España ha desarrollado un sector productor de carne intensiva muy eficaz que ha resultado en un enorme crecimiento del porcino y, en menor medida, de las aves y del cebo de terneros, en detrimento de la participación de la ganadería extensiva (INTERAL, 2008). Como consecuencia, la industria de los piensos compuestos se ha convertido en una de las industrias agroalimentarias de mayor importancia en España, con una producción que supera los 20 millones de toneladas al año y emplea a algo más de 14.000 trabajadores (MARM, 2009b).

La producción de carne en España en 2007 alcanzó casi los 5,9 millones de toneladas de peso en canal, con un crecimiento desde 1991 del 62,75%. Es decir, en términos generales se muestra como un sector sólido y en expansión (INTERAL, 2008). En los últimos siete años la producción de carne de cerdo en España se incrementó un 33%, mientras que en la UE lo hizo un 7%. En cuanto al consumo, España es en estos momentos uno de los países del mundo donde más carne se consume, con 112 Kg por persona y año frente a una media de 89 de la UE-25 (MARM, 2009b). Es el primer consumidor de porcino de la UE, con un volumen aproximado de 60 kilos por persona y año, frente a los 43 de media de la UE-25 (ibid).

CUADRO 1. *Datos de producción final agraria española (Millones de euros corrientes)*

	<i>Producción Rama Agraria</i>	<i>Producción Vegetal</i>	<i>Producción Animal</i>	<i>Consumos Intermedios</i>	
				<i>Piensos</i>	<i>Resto</i>
1997	33.673	20.523	11.923	6.148	4.782
2002	39.066	22.945	13.705	6.629	7.076
2006	37.327	21.742	14.065	8.674	6.494

FIGURA 2. *Serie histórica del número de animales según especie (Miles de animales)*

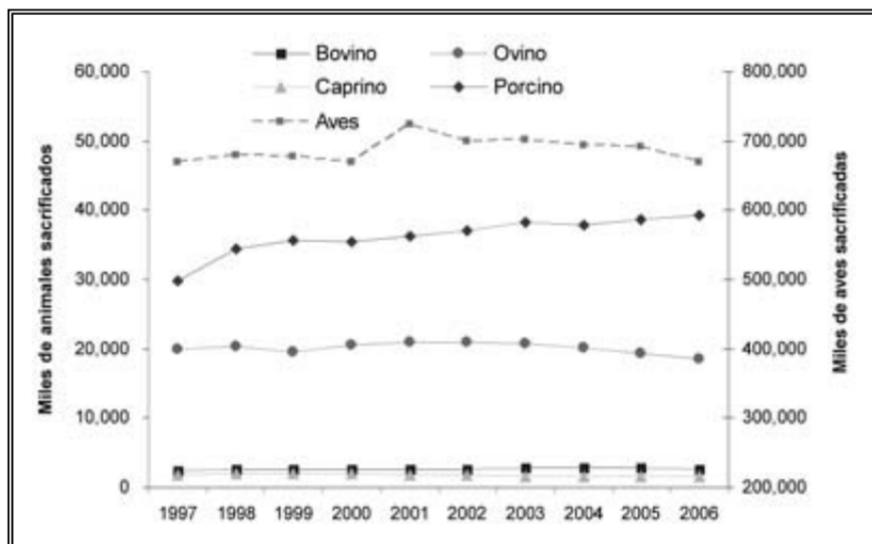


Fuente: MARM (2009b). Encuestas de diciembre de cada año.

El sector porcino es el primer sector de la ganadería de nuestro país representando, en términos monetarios, el 33% de la producción final ganadera española y el 11,7% de la producción final agraria. España cuenta con el segundo censo de porcino dentro de la UE con el 16,3% del total, muy cerca del primero, Alemania (16,9%) (MARM, 2009b). Como se puede apreciar en la Fig. 2 el censo porcino ha experimentado un incremento notable a lo largo del período de estudio (un 34%), situación que viene produciéndose desde años anteriores (ha aumentado un 65% desde 1986, INTERAL, 2008).

El vacuno ha constituido históricamente uno de los pilares de la ganadería nacional, estando además íntimamente ligado al tejido social del medio rural (Rodríguez Pascual, 2008). España se ha mostrado muy competitiva en la producción de carne de vacuno desde la entrada en la CEE en 1986, aunque en la actualidad está atravesando serias

FIGURA 3. *Serie histórica del número de animales sacrificados según especie (Miles de animales)*



Fuente: MARM (2009b)

dificultades (INTERAL, 2008). A lo largo del periodo de estudio el censo bovino se ha mantenido estable, aunque destaca la mayor importancia que han ido adquiriendo el ganado joven (animales menores de 12 meses) y las vacas nodrizas, en detrimento de las vacas lecheras.

En el caso del ovino, a partir del año 2000 ha experimentado un descenso ligero pero continuado en el número de cabezas. Esta especie ha tenido gran importancia en la ganadería española debido a su triple aptitud productiva (carne, leche y lana) y a su capacidad de adaptación al medio (Rodríguez Pascual, 2008). Sin embargo la crisis estructural que sufre el sector junto con el bajo consumo de esta carne ha producido un descenso en el número de ovejas en España (INTERAL, 2008).

La cría de aves para producción de carne es, en la actualidad, una de las ganaderías más importantes de

nuestro país. Es la carne más consumida en fresco, y la segunda en consumo total tras la carne de porcino (MARM, 2009a). La producción de pollo supone el 12,8% de la producción final ganadera y el 4,6% de la producción final agraria. Dentro de la UE, España ocupa la segunda posición en producción de pollo con el 12,2%, por detrás del Reino Unido (14,6%) (INTERAL, 2008). El número de aves sacrificadas se ha mantenido en torno a los 670 millones anuales con un pico máximo de 720 millones en 2001 (Fig. 3). Resulta también significativa la importancia de la avicultura de puesta en la UE, situándose entre los primeros puestos, tanto en producción como en censo, siendo el balance comercial claramente exportador (MARM, 2009b). El número de ponedoras se ha incrementado un 25% entre 1997 y 2006 (Fig. 2).

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio es estimar la huella hídrica de la ganadería en España, examinando su evolución en el tiempo y considerando la variación en las zonas productoras. Pretende así ofrecer valoraciones más precisas de la huella global del país, distinguiendo la contribución de cada especie y cómo se distribuyen en cada provincia. El trabajo cubre un vacío en la literatura, pues no existen antecedentes del cálculo de la huella de la ganadería en España, ni para otro país o región, con un examen en el tiempo y en el espacio, y considerando la huella interna y externa de la producción ganadera.

## 3. METODOLOGÍA

La huella hídrica de la ganadería ( $WF_{Liv}$ ), de acuerdo con Hoekstra y Chapagain (2008), equivale al uso de los recursos hídricos españoles en la ganadería ( $UA_{Liv}$ ), más

las ‘importaciones’ de agua virtual contenida en los productos ganaderos ( $VW_{I,Liv}$ ), menos el agua virtual ‘exportada’ en estos productos ( $VW_{E,Liv}$ )<sup>1</sup>.

$$WF_{Liv}(m^3) = UA_{Liv} + VW_{I,Liv} - VW_{E,Liv} \quad [1]$$

Dentro del uso del agua en la ganadería ( $UA_{Liv}$ ,  $m^3$ ) existen dos tipos de consumo diferenciados: uno directo, a través del consumo de agua del animal y del consumo efectuado en los servicios relacionados con el manejo de la explotación; otro de forma indirecta, a través del consumo de alimentos, siendo este último el más significativo. Para su cálculo se ha multiplicado el contenido de agua virtual de los animales ( $V_a$ ,  $m^3/\text{animal}$ ) por el número de animales ( $A$ ) censados de cada especie (en el caso de porcino y aves, animales sacrificados).

$$UA_{Liv} = V_a \times A \quad [2]$$

El contenido de agua virtual de los animales ( $V_a$ ,  $m^3/\text{animal}$ ) se calcula en función de los contenidos de agua virtual de los productos empleados en su alimentación ( $V_{feed}$ ,  $m^3/\text{animal}$ ) y de los volúmenes de agua requeridos en el manejo del animal a lo largo de su vida ( $V_{drink}$  y  $V_{services}$ ,  $m^3/\text{animal}$ ).

$$V_a = V_{feed} + V_{drink} + V_{services} \quad [3]$$

La publicación de ‘Canada Statistics Division’ (Statistics Canada, 2003) se ha utilizado como base de datos para la alimentación de cada especie animal. Sobre estos datos se han realizado modificaciones, en especial en lo relativo a la

<sup>1</sup> El capítulo 7, con tres anexos, amplía datos y detalles de la metodología.

edad y peso al sacrificio de cada especie, con el fin de aproximar los datos a la realidad de la ganadería española. Al multiplicar las toneladas ingeridas de cada producto  $j$  por cada animal ( $T_j$ , ton/animal) por los contenidos de agua virtual de cada producto ( $V_j$ , m<sup>3</sup>/ton) se obtiene el contenido de agua virtual relativo a la alimentación ( $V_{feed}$ , m<sup>3</sup>/animal).

$$V_{feed} = \sum_{j=producto} T_j \times V_j \quad [4]$$

Los datos de contenido en agua virtual ( $V_j$ ) empleados para cada producto son una ponderación del valor para España y del resto de países dónde se importa el producto, en función de los datos de producción e importaciones ofrecidos por el MARM (2009a). Estos valores se han obtenido de Garrido *et al.* (2009) y de Chapagain y Hoekstra (2004). Los datos correspondientes a los volúmenes de agua requeridos por los animales ( $V_{drink}$  y  $V_{services}$ ) se han obtenido de Chapagain y Hoekstra (2003).

Para calcular las “exportaciones” de agua virtual ( $VW_{E,Liv}$ , m<sup>3</sup>) del sector ganadero hay que multiplicar las toneladas de cada producto  $j$  exportadas ( $X_j$ , ton) por su contenido de agua virtual ( $V_j$ , m<sup>3</sup>/ton).

$$VW_{E,Liv} = \sum_{j=producto} X_j \times V_j \quad [5]$$

Del mismo modo, para calcular las “importaciones” de agua virtual ( $VW_{I,Liv}$ , m<sup>3</sup>) del sector ganadero hay que multiplicar las toneladas de cada producto  $j$  importadas de cada país  $p$  ( $M_{j,p}$ , ton) por su contenido de agua virtual en el país de origen ( $V_{j,p}$ , m<sup>3</sup>/ton).

$$VW_{I,Liv} = \sum_{\substack{j=producto \\ p=País}} M_{j,p} \times V_{j,p} \quad [6]$$

Para obtener el contenido de agua virtual de un producto ganadero procesado se parte del contenido de agua virtual del animal. Si se obtienen más de dos productos al procesar un animal es necesario distribuir el agua virtual contenida en el animal primario entre los distintos productos (Chapagain y Hoekstra, 2003). Para ello se crean los términos fracción de producto ( $pf$ ) y fracción de valor ( $vf$ ). La fracción de producto se define como las toneladas de producto ganadero primario (e.g. leche, huevo, jamón) obtenido por tonelada de animal. Las  $pf$  de cada producto ganadero se calculan a partir del peso del producto obtenido ( $P_{prod}$ ) al procesar el animal ( $P$ ).

$$pf = \frac{P_{prod}}{P} \quad [7]$$

La fracción de valor  $vf$  de un producto es el ratio del valor de mercado del producto ( $v_m$ , US\$/kg) entre el valor de mercado de todos los productos  $j$  obtenidos a partir del animal, ponderado por la fracción de producto  $pf$ :

$$vf = \frac{v_m \times pf}{\sum_j (v_m \times pf)} \quad [8]$$

Por tanto, el agua virtual contenida en el producto ( $V_{prod}$ ,  $m^3/kg$ ) es:

$$V_{prod} = (V_a + V_{transf}) \times \frac{vf}{pf} \quad [9]$$

donde  $V_{transf}$  ( $m^3/kg$ ) es el agua empleada durante el proceso de elaboración de un kilogramo del producto derivado (e.g. refrigeración, lavado, etc.). Estos datos junto con los de  $pf$  y  $vf$  se han obtenido de Chapagain y Hoekstra (2003).

De una manera similar, se puede calcular el agua virtual contenida en los productos secundarios, terciarios, etc. El

primer paso es siempre obtener el agua virtual contenida en el producto de partida y el agua empleada en el proceso. El total de estas dos cantidades se distribuye entre los productos procesados en función de sus fracciones de producto y de valor. Un ejemplo del cálculo de agua virtual para el porcino se presenta en el Anexo A.

En el cálculo del agua virtual correspondiente a los piensos se ha partido de los datos de cantidad de productos con ‘destino final alimentación animal’ ofrecidos por el MARM (2009a). Al multiplicar cada producto por su contenido en agua virtual se obtiene la cantidad de agua utilizada para la producción teórica de piensos. Estos datos se han hecho corresponder con los datos de producción de pienso animal procedentes de INTERAL (2008). Conociendo las toneladas producidas de pienso para cada especie y el total de agua utilizada se puede aproximar el agua virtual consumida en producir el pienso de cada especie. En el caso de aves y porcino se ha utilizado la composición media de los piensos especificada en FAO (2006) para Francia.

#### **4. RESULTADOS**

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en relación al “comercio” de agua virtual, sin el cual no es posible el cálculo de la HH de la ganadería española. Ello viene motivado por el hecho de que la HH está ligada, tanto a las exportaciones de los productos ganaderos como a las importaciones de materias primas utilizadas para la alimentación de los animales. De esta forma, España es “exportadora” de agua virtual en productos ganaderos pero parte de esta agua procede de productos previamente importados. En este sentido, la conexión entre la agricultura y la ganadería se considera relevante a la hora de estudiar el comportamiento de este sector.

#### 4.1. Huella hídrica de la ganadería

La huella hídrica de la ganadería ( $WF_{Liv}$ ) supone alrededor de 53.000  $Mm^3$  anuales, equivalentes a 1.350  $m^3$  de agua per cápita y año (Cuadro 2). El agua virtual consumida por la ganadería española ( $UA_{Liv}$ ) asciende a unos 59.000  $Mm^3$  anuales, siendo la diferencia entre  $UA$  y  $WF$  debida a las importaciones netas de agua virtual de insumos del sector ganadero. De acuerdo con las cifras oficiales, el uso directo de agua por parte de los animales (bebida y servicios) es de 260  $Mm^3$  (MMA, 2007). Estas cifras ponen de manifiesto cómo la principal vía de consumo de agua en la ganadería se realiza a través de los alimentos ingeridos por cada animal.

A lo largo del periodo de estudio la huella se ha mantenido estable con ligeras variaciones entre los años. Sin embargo se puede apreciar un aumento en el uso del agua virtual de 7.000  $Mm^3$  entre 1997 y 2005. Este crecimiento se explica por el incremento en las “exportaciones” de productos ganaderos ( $VW_{E,Liv}$ ), con un aumento de 6.000  $Mm^3$  en el mismo periodo.

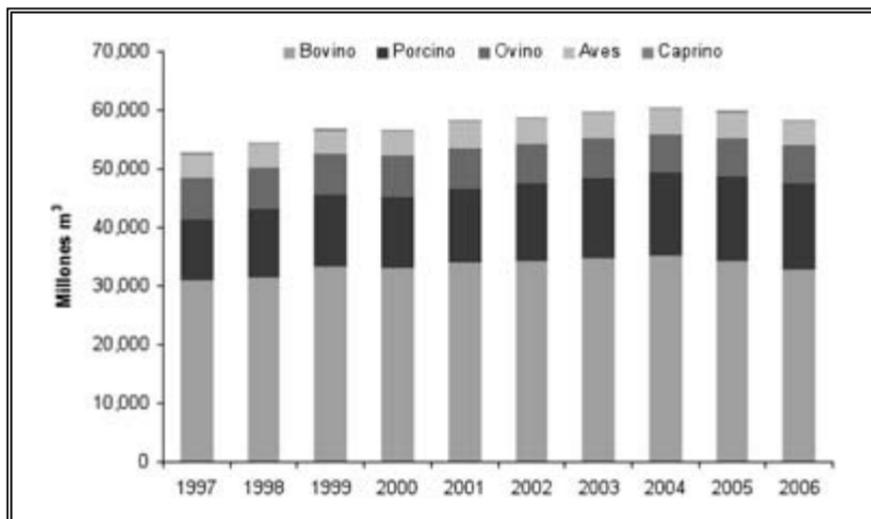
CUADRO 2. *Huella hídrica de la ganadería española*

Años	$UA_{Liv}$ ( $Mm^3$ )	$VW_{L,Liv}$ ( $Mm^3$ )	$VW_{E,Liv}$ ( $Mm^3$ )	$WF_{Liv}$ ( $Mm^3$ )	$WF_{Liv}$ per cápita ( $m^3$ )
1997	52.728	3.781	5.639	50.870	1.330
1998	54.402	4.112	6.154	52.360	1.370
1999	56.747	4.508	7.294	53.961	1.416
2000	56.580	4.635	7.703	53.512	1.402
2001	58.355	3.844	8.155	54.044	1.424
2002	58.880	4.316	8.829	54.367	1.412
2003	59.776	4.410	10.115	54.071	1.404
2004	60.388	4.599	10.956	54.031	1.403
2005	59.868	4.787	11.586	53.069	1.362
2006	58.358	4.553	10.463	52.448	1.309

Fuente: Elaboración propia.

$UA_{Liv}$ : uso del agua de la ganadería;  $VW_{L,Liv}$ : agua virtual “importada”;  $VW_{E,Liv}$ : agua virtual “exportada”;  $WF_{Liv}$ : huella hidrológica de la ganadería.

FIGURA 4. *Serie histórica del uso de agua virtual en la ganadería según especie (Millones m<sup>3</sup>)*



\* En el caso de aves y porcino se contabilizan los animales sacrificados en ese año.

Fuente: Elaboración propia a partir de MARM (2009b)

Las “importaciones” ( $VW_{I,Liv}$ ) se han mantenido en valores constantes, en torno a los  $4.500 \text{ Mm}^3$ .

La especie con mayor importancia es el bovino, con unos  $33.000 \text{ Mm}^3$  anuales (Fig. 4). A pesar de que en número de animales censados ocupan el cuarto lugar, tras el porcino, ovino y aves, el contenido de agua virtual de estos animales es bastante elevado (desde  $4.500 \text{ m}^3/\text{ton}$  de peso vivo de los terneros cebados hasta  $42.000 \text{ m}^3/\text{ton}$  las vacas de ordeño). Esto se debe a que, al igual que en el ganado ovino y caprino, poseen un índice de conversión ( $\text{kg pienso}/\text{kg animal}$ ) alto a la hora de transformar el alimento en peso vivo del animal. A esto hay que sumar que en bovino los animales suelen alcanzar unos grandes pesos al sacrificio (y por tanto ingieren más cantidad de alimento). El ovino supone unos  $6.400 \text{ Mm}^3$  anuales, con una evolución a la baja en los últimos años.

A diferencia de los rumiantes, cerdos y aves son capaces de transformar el alimento en carne con mayor eficacia, resultando en unos valores de contenido en agua virtual mucho menores (3.400 m<sup>3</sup>/ton y 2.300 m<sup>3</sup>/ton, respectivamente). El número de animales sacrificados dentro del porcino supone cerca de 14.500 Mm<sup>3</sup> y en aves, 4.300 Mm<sup>3</sup> anuales. La expansión del sector porcino desde el año 1997 al 2006 provocó un incremento en términos de agua virtual de unos 4.500 Mm<sup>3</sup>.

No obstante es importante analizar en cada caso los productos ingeridos y los recursos hídricos consumidos en su elaboración. En ovino y caprino, la principal fuente de alimentación son los pastos (fundamentalmente de tierras no arables) por lo que se puede decir que el agua virtual que representan es prácticamente verde y el uso de la tierra no ofrece competencia con la producción de alimento (agua verde es la procedente de la lluvia, al contrario del agua azul que procede de los sistemas artificiales de irrigación).

En bovino se ha producido un aumento en el cebo de terneros que implica un mayor consumo de pienso. Sin embargo la mayoría de vacas lecheras y nodrizas se sitúan en explotaciones en régimen extensivo, basando su alimentación en pastos de montaña y zonas de matorral de los montes. Estos recursos pastables están limitados por el régimen de precipitaciones y en ocasiones resulta necesario complementar la alimentación con forrajes y piensos.

En el caso de las explotaciones porcinas y avícolas españolas, hay un claro predominio de las explotaciones intensivas con una alimentación a base de piensos compuestos. En este ámbito hay que destacar de nuevo la gran expansión del sector porcino, con el consiguiente aumento en la demanda de alimentos. Esto implica un alto consumo de productos y por ende, de recursos hídricos, provocando además un conflicto con otros posibles usos de la tierra (por ejemplo, con productos para alimentación humana).

FIGURA 5. *Censo ganadero por CCAA en términos de uso de agua virtual (Millones m<sup>3</sup>). Año 2006*



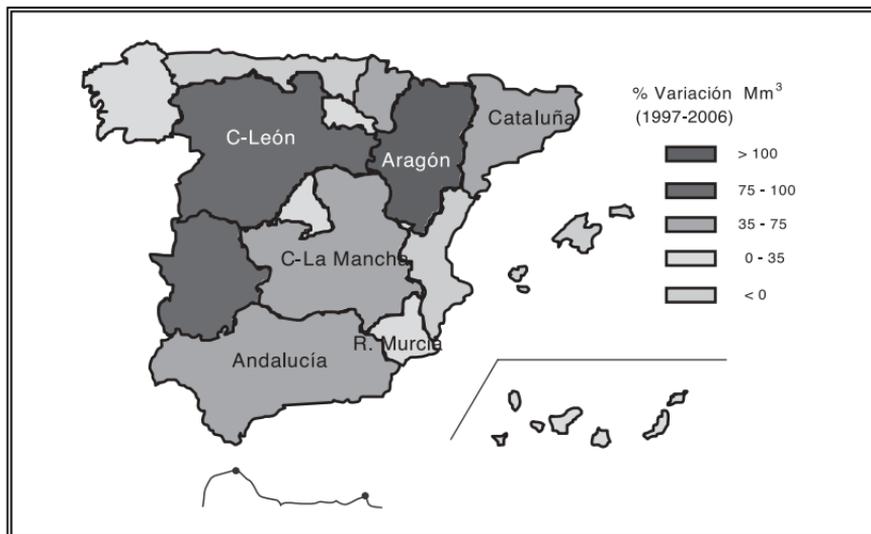
\* En el caso de aves y porcino se contabilizan los animales sacrificados en el año 2006.  
Fuente: Elaboración propia a partir del MARM (2009a).

En la Fig. 5 se muestra la distribución del agua virtual consumida por la ganadería en cada comunidad autónoma española. Castilla León, con una media de 10.800 Mm<sup>3</sup> anuales, es la CA que posee una mayor cantidad de agua virtual debido a la importancia del sector bovino. A continuación, con unas cifras similares, aparece Cataluña, donde el porcino y el sector avícola son los predominantes. La parte norte y oeste de la península está más orientada a una ganadería extensiva, ligada a pastos y dehesas, mientras que la zona noreste está más orientada a la ganadería intensiva.

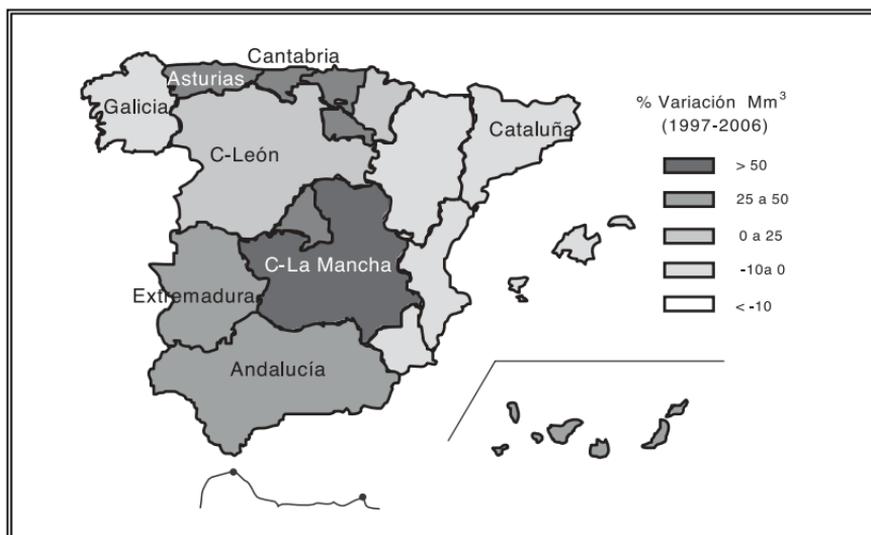
Cuatro Comunidades Autónomas concentran las dos terceras partes de la totalidad del censo nacional porcino, encabezando dicha clasificación Cataluña (25%), Aragón (18%), Castilla y León (15%) y Andalucía (9%). A lo largo del periodo de estudio

FIGURA 6. Variación del agua virtual consumida en porcino y bovino entre 1997-2006 (%)

**PORCINO**



**BOVINO**



\* En porcino se contabilizan los animales sacrificados.

Fuente: Elaboración propia a partir del MARM (2009a).

prácticamente la totalidad de las Comunidades Autónomas (a excepción de la cornisa Cantábrica, la Comunidad Valenciana y las Islas) experimentaron un incremento en el censo porcino (Fig. 6). Destaca en este sentido Aragón, que ha doblado su consumo de agua virtual entre 1997 y 2006.

En el caso del censo bovino, prácticamente el 90% se concentra entre las dehesas del oeste y sudoeste de España y en la cornisa Cantábrica. Entre Castilla y León y Galicia acaparan el 37.5 %. El hecho de que el bovino tenga unos valores muy altos de contenido de agua virtual por animal hace elevar las cifras de agua virtual en ganadería en estas CCAA. El consumo de agua virtual en bovino se ha mantenido estable durante el periodo 1997-2006, con un descenso en las regiones del norte de España (en especial Asturias y Cantabria) y un incremento notorio en algunas provincias, como Toledo (Castilla-La Mancha) y Ávila (Castilla y León).

Con un consumo teórico de 59.000 Mm<sup>3</sup> de agua virtual en la ganadería se producen alrededor de 5,5 millones de toneladas de carne, siendo el 60% carne de porcino y el 23% carne de ave. Esto implica que para producir un kilo de carne en España se necesitan aproximadamente 11 m<sup>3</sup> de agua. En el Cuadro 3 se muestra la evolución en la eficacia del consumo de agua a la hora de producir carne en porcino, aves y bovino. Se puede apreciar cómo en el caso del porcino, a partir del año 2004 se produce un incremento en el uso de agua virtual por kilogramo de canal producido. Esto se debe al auge que ha experimentado el censo de porcino ibérico en los últimos años. En el caso de la avicultura de carne la evolución es claramente positiva poniendo de manifiesto su crecimiento y especialización en la última década. La carne de bovino es la que más agua virtual consume, con cifras hasta cuatro y siete veces mayores que aves y porcino, respectivamente.

CUADRO 3. Relación entre uso de agua virtual y peso de la canal en porcino, aves y bovino

Años	Porcino			Aves			Bovino		
	Millones $m^3$	<sup>1</sup> Miles ton. canal	$m^3/kg$	Millones $m^3$	<sup>1</sup> Miles ton. canal	$m^3/kg$	Millones $m^3$	Miles ton. canal	$m^3/kg$
1997	10.339	2.401	4,31	3.226	998	3,23	10.500	592	17,73
1998	11.736	2.744	4,28	3.309	1.059	3,12	11.386	651	17,50
1999	12.428	2.892	4,30	3.290	1.200	2,74	11.496	661	17,39
2000	12.292	2.912	4,22	3.285	1.125	2,92	11.444	651	17,58
2001	12.724	2.989	4,26	3.741	1.307	2,86	11.476	651	17,63
2002	13.273	3.070	4,32	3.507	1.335	2,63	12.116	679	17,85
2003	13.865	3.190	4,35	3.484	1.333	2,61	12.434	706	17,60
2004	14.222	3.076	4,62	3.347	1.268	2,64	12.294	714	17,22
2005	14.666	3.168	4,63	3.401	1.287	2,64	12.409	715	17,35
2006	14.872	3.235	4,60	3.236	1.261	2,57	11.696	670	17,45

\* En aves y bovino se contabilizan solo los animales destinados a producción de carne.  
Fuente: <sup>1</sup>MARM (2009a) y elaboración propia.

## 4.2. Agua virtual en la alimentación de la ganadería

El crecimiento del sector ganadero, y en especial de la ganadería intensiva, ha originado un aumento en la demanda de productos para alimentación animal. Este hecho ha provocado que la industria de los alimentos compuestos haya experimentado un gran desarrollo, tanto en España como en el resto Europa (MARM, 2009b).

Según INTERAL (2008) la producción total de alimentos destinados a alimentación animal alcanzó 30,5 millones de toneladas en 2006. De acuerdo con nuestros cálculos, esta cantidad supone un total de 24.755 Mm<sup>3</sup> anuales de uso de agua virtual. En el Cuadro 4 se muestran los datos según especie y por Comunidad Autónoma. Estas cifras constatan la importancia de la industria del porcino intensivo en España, ya que supone el 54% del total de agua consumida en la fabricación de piensos (13.281 Mm<sup>3</sup> anuales). A continuación le siguen bovino y aves, con un 20 % y un 17 %, respectivamente.

La Fig. 7 muestra cómo se reparte esta producción en la geografía española. Cataluña es la CA que más agua virtual consume, con casi 6.000 Mm<sup>3</sup> anuales usados para la producción de piensos. En esta Comunidad predomina la ganadería intensiva, en particular de porcino y aves. A continuación aparecen Castilla-La Mancha, Andalucía y Aragón, donde también predomina la producción de piensos para porcino. En contraposición aparece la zona del cantábrico donde las condiciones agroclimáticas proporcionan buena parte de la alimentación animal. A pesar de que en estas zonas el bovino eleva el contenido de agua virtual de la ganadería, su importancia en la producción de piensos es mucho menor.

CUADRO 4. Producción de piensos en términos de agua virtual destinados a animales por CCAA y tipo de animal en el año 2006 (Millones m<sup>3</sup>)

	Aves	Porcino	Bovino	Ovino	Caprino	Conejos	Equino	Total
Andalucía	530	1,389	486	467	0	11	50	2.934
Aragón	231	1,747	437	126	0	44	5	2.589
P. De Asturias	14	9	250	1	1	16	2	293
Baleares	21	17	20	4	0	1	4	66
Canarias	0	0	0	0	0	0	0	0
Cantabria	20	2	182	1	0	1	2	208
Castilla y León	609	547	366	119	30	35	5	1.712
Castilla-La Mancha	336	1,961	687	355	0	55	15	3.410
Cataluña	1,111	3,752	787	49	49	126	13	5.886
C. Valenciana	117	883	270	166	0	9	11	1.455
Extremadura	477	578	821	10	0	59	12	1.956
Galicia	64	18	21	0	0	0	0	104
Madrid	76	114	73	29	80	3	22	398
R. De Murcia	176	987	85	105	0	29	6	1.387
Navarra	123	448	246	67	0	3	6	893
País Vasco	28	15	113	10	0	7	2	175
La Rioja	327	813	44	28	0	67	9	1.289
<b>TOTAL</b>	<b>4.261</b>	<b>13.281</b>	<b>4.886</b>	<b>1.537</b>	<b>160</b>	<b>465</b>	<b>165</b>	<b>24.755</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de INTERAL (2008).

FIGURA 7. *Uso de agua virtual para producción de piensos destinados a animales por CCAA (Millones m<sup>3</sup>). Año 2006*

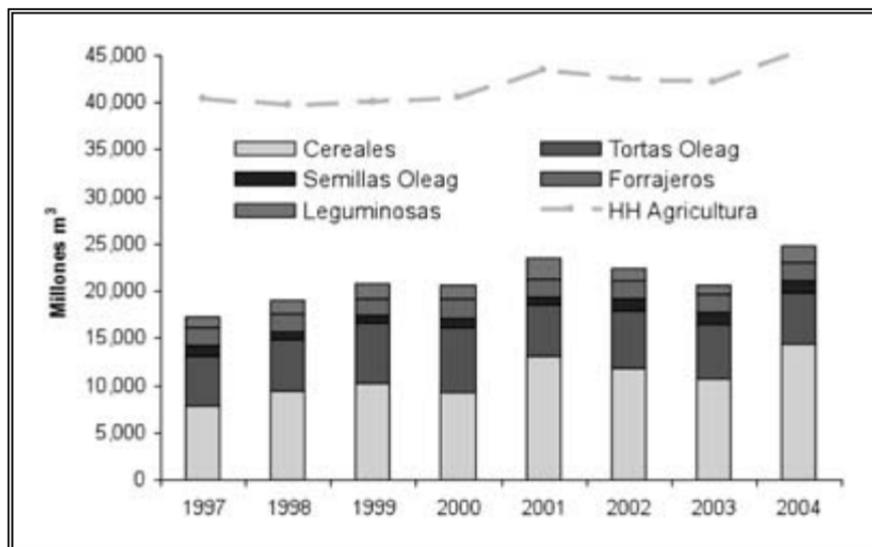


Fuente: Elaboración propia a partir de INTERAL (2008)

En la Fig. 8 se representan los datos que proporciona el MARM (2009a) de productos agrícolas con destino alimentación animal, en términos de agua virtual. El análisis de estos resultados concuerda con la fabricación de piensos al obtener una cifra cercana a los 24.000 Mm<sup>3</sup>. Los cereales suponen aproximadamente el 50% de esta cantidad y pueden ser intercambiables entre sí en función de la situación de los mercados. La soja, tanto en forma de semilla como de torta, proporciona los aportes proteicos básicos y resulta un producto indispensable en la dieta animal.

En rumiantes, al pienso consumido hay que añadirle la parte correspondiente a los forrajes y al pasto. En el caso de los forrajes, la mayor parte sería imputable al bovino y se estima su uso en 2.000 Mm<sup>3</sup> anuales. Para los pastos esta cantidad se estima entre 9.000-12.000 Mm<sup>3</sup> en bovino (con un consumo entre 8-10 kg de materia seca diarios por ani-

FIGURA 8. Agua virtual contenida en productos con destino alimentación animal (Millones  $m^3$ )



Fuente: Elaboración propia y Garrido et al. (2009)

mal). Estos cálculos suponen que el bovino consume unos 20.000  $Mm^3$  anuales, existiendo una diferencia de 13.000  $Mm^3$  con los datos obtenidos a través de los datos de alimentación. La diferencia entre el total de agua virtual de la ganadería y el correspondiente a los piensos es de 30.000  $Mm^3$ , atribuible al consumo de pasto y otros residuos por parte de los animales. Sin embargo parece una cifra algo elevada por lo que sería recomendable mejorar la información relativa a la cantidad de alimento ingerida por cada animal.

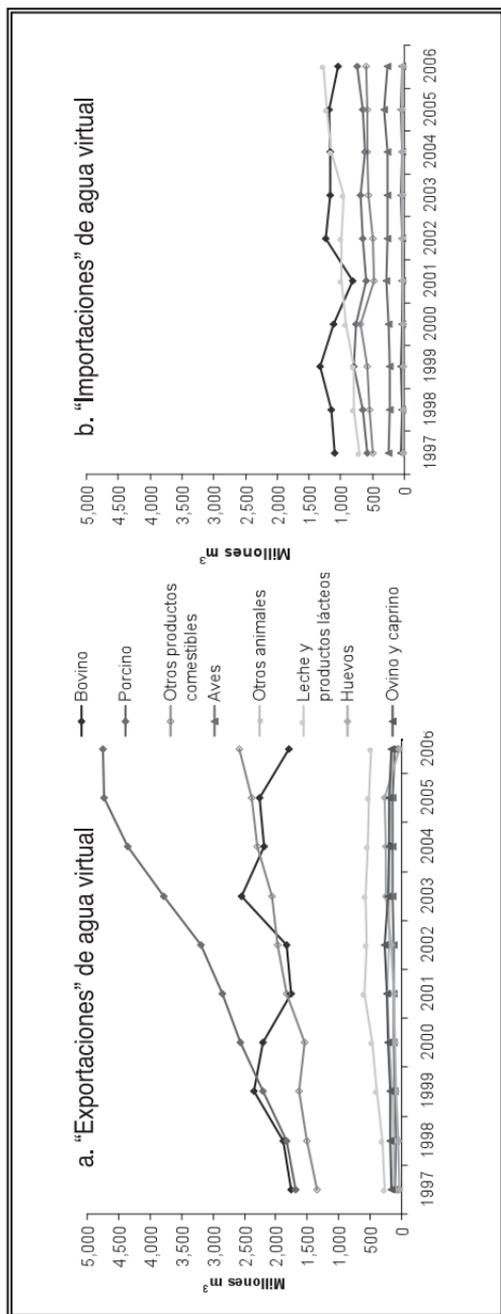
Al comparar la proporción de productos agrícolas utilizados para alimentación animal con la huella hídrica de la agricultura evaluada por Garrido *et al.* (2009) (Fig. 8), se aprecia cómo la evolución de la huella está íntimamente ligada a la demanda de alimentos por parte de la ganadería. Estos productos representan entre el 50 y el 55 % del total de la huella hídrica de la agricultura. Los cereales y las oleaginosas

constituyen el componente fundamental de los piensos, productos de los que España es tradicionalmente deficitaria. En el año 2006 el 75% de los cereales consumidos en España tenían como destino final la alimentación animal (MARM, 2009a). Su producción es muy dependiente de las condiciones climáticas, ya que la mayor parte está cultivada en secano, lo cual provoca una gran variabilidad en las cosechas obtenidas y por tanto en las importaciones. Prácticamente la totalidad de la soja es importada. En 2006 entre el 85% y 90% del volumen de granos que entró por los puertos estaba compuesto por harina de soja, haba de soja, maíz y trigo blando (INTERAL, 2008).

#### **4.3. “Comercio” de agua virtual en productos ganaderos**

La huella hídrica del sector ganadero se encuentra muy ligada al “comercio” de agua virtual de sus productos. Como ya se ha comentado, a lo largo del período 1997-2006 las “exportaciones” de agua virtual en la ganadería han ido en continuo aumento, mientras que las “importaciones” se han mantenido constantes. Esta expansión del sector ganadero está ligada, a su vez, a un incremento en las importaciones de productos agrarios necesarios para la alimentación animal. En este sentido es necesario remarcar que parte de las “exportaciones” de agua virtual en forma de productos ganaderos son en realidad “re-exportaciones”, es decir, gran parte de la alimentación de la ganadería se realiza con productos importados. Es difícil distinguir entre productos nacionales e importados consumidos por la ganadería, pero el agua virtual “re-exportada” puede llegar a representar el 60% del total de agua virtual “exportada”. La mayoría de estos productos vienen de Francia, Brasil y Argentina (MYTC, 2009).

FIGURA 9. “Comercio” de agua virtual de la ganadería



Fuente: Elaboración propia.

En la Fig. 9 se muestra el “comercio” de las distintas especies ganaderas. Se observa cómo la gran expansión del sector del porcino ha sido la principal impulsora en el aumento de las exportaciones, llegando a una cifra máxima de 4.500 Mm<sup>3</sup> de agua virtual “exportada” en el año 2005. Entre 1991 y 2006 las exportaciones de carne de cerdo pasaron de 200.000 a 800.000 toneladas. Los principales países destinatarios de las exportaciones españolas son Francia, Portugal e Italia, con más del 60% (INTERAL, 2008).

A continuación aparece el sector del vacuno, que presenta una mayor variación en las “exportaciones” de agua virtual a lo largo del periodo estudiado. En términos de peso se encuentra a una gran distancia del porcino, con un total de 150.000 toneladas exportadas en el año 2005. Sin embargo, los altos contenidos de agua virtual del bovino aumentan su importancia dentro de la huella hídrica. Las crisis sanitarias y veterinarias sufridas por este sector explican las variaciones en el “comercio” de agua virtual y el descenso sufrido en los últimos años.

Las “importaciones” de agua virtual contenida en productos ganaderos se sitúan a un menor nivel, como se aprecia en la Fig. 9b., destacando la tendencia creciente de la leche y los productos lácteos. Estos productos tienen contenidos en agua virtual menores que los de la carne (alrededor de 1.000 m<sup>3</sup>/ton). Debido a ello, aunque se importan tantas toneladas de lácteos como toneladas exportadas de carne, su incidencia en la huella hídrica es pequeña.

A pesar de las diferencias en las cantidades de agua virtual “intercambiadas”, el análisis del comercio en el sector ganadero, tanto en términos monetarios como en términos de peso, está más equilibrado. En el año 2005 las exportaciones de productos ganaderos, en peso, fueron de 1,96 millones de toneladas frente a 1,67 millones de toneladas importadas.

FIGURA 10. “Comercio” de agua virtual de productos ganaderos



Fuente: Elaboración propia.

En la Fig. 10 se compara el “comercio” de agua virtual con el valor monetario de los bienes intercambiados. España exporta principalmente carne y despojos comestibles, productos con alto contenido en agua virtual pero con bajo valor monetario. Por el contrario, los principales productos ganaderos importados son productos lácteos (queso, leche y yogures), con menores contenidos de agua virtual pero con alto valor económico. Destaca además, el incremento en el valor económico por unidad de agua virtual importada.

#### 4.4. Impacto medioambiental de la ganadería

La ganadería española ha adquirido un gran desarrollo, dando lugar a una potente y eficiente ganadería intensiva (en especial, aves y cerdos) con gran consumo de inputs. Este sistema de

CUADRO 4. Contribución de la ganadería al uso de fertilizantes en la agricultura en distintos países

<b><i>País</i></b>	<b><i>Uso de Nitrógeno (miles de toneladas)</i></b>			<b><i>Uso de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (miles de toneladas)</i></b>		
	<i>Agricultura</i>	<i>Destino Ganadería</i>	<i>“Pérdidas a ecosistemas acuáticos”</i>	<i>Agricultura</i>	<i>Destino Ganadería</i>	<i>Pérdidas a ecosistemas acuáticos</i>
Argentina	436	127	32	336	134	17
Brasil	1.689	678	170	1.924	876	105
Francia	2.544	1.317	329	963	500	60
España	1.161	491	123	611	285	34

Fuente: FAO (2006).

producción se basa en dietas que contienen gran cantidad de cereales, semillas y tortas oleaginosas, entre otros. La producción de estos alimentos para animales contribuye a un mayor uso de minerales en forma de fertilizantes en la agricultura. Estos minerales, a través de la escorrentía, del drenaje o de la erosión de los suelos acaban contaminando las masas de agua. En el Cuadro 4 se recogen los datos estimados de uso de nitrógeno y fosfatos para la actividad agrícola en varios países. En España la ganadería es responsable de alrededor del 40% del uso de nitratos y fosfatos en las explotaciones agrícolas (FAO, 2006). Las pérdidas de nitratos en España que acaben en ecosistemas acuáticos continentales se estiman en 123 mil toneladas y las de fosfatos en 34 mil toneladas (ibid). A esto hay que sumarle el impacto que provoca la ganadería española en otros países, como Brasil y Argentina, de los cuales importamos grandes cantidades de soja y torta de soja, o Francia, de cual importamos maíz. No obstante, Hong y Zehnder (2009) demuestran que más del 95% de las “exportaciones” del agua virtual total “exportada” por EE.UU., Canadá, Australia, Francia, Argentina, Tailandia y Brasil es agua verde.

Por otro lado, la ganadería española también desempeña un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad y de los pastos y pastizales. Prácticamente la totalidad del censo de ganado extensivo ocupa zonas catalogadas como desfavorecidas de alto valor medioambiental y especialmente sensibles. Esto hace de este segmento de la ganadería española un claro objeto de protección, de acuerdo con la estrategia comunitaria de apoyo a la biodiversidad agrícola (INTERAL, 2008).

## 5. CONCLUSIONES

La huella hídrica de la ganadería española es de una magnitud importante (más de 50 km<sup>3</sup>) y, a pesar de ello, ha

pasado desapercibida a lo largo de estos años. Una parte de ella es “exportada”, aproximadamente el 20%, atribuible al consumidor final de estas producciones ganaderas. Otra parte de esta huella hídrica es la huella externa, que el sistema productivo ganadero de España ‘imputa’ a los países de los que importamos las materias primas básicas con las que se fabrican los piensos y concentrados. Estas “importaciones” equivalen a 25 km<sup>3</sup> de agua virtual cada año, que se nutren de las importaciones de cereales, soja (torta de soja o en haba), y otras materias básicas, fundamentalmente de Francia, Argentina, EE.UU., Ucrania y Brasil. Más del 95% de esta agua virtual “importada” es agua verde (agua acumulada en el suelo y procedente de la lluvia, no agua aplicada en sistemas de irrigación). El impacto ambiental de estas importaciones no se centra en la utilización de agua escasa, sino en la contaminación que produce la agricultura intensiva de la que nos abastecemos por vía de nitratos, uso de transgénicos y pesticidas, y posiblemente desforestación (Brasil).

La huella hídrica (HH) de la ganadería española ha crecido de manera sostenida desde 1997 cada año hasta situarse en torno a los 54 km<sup>3</sup> en el 2004. A partir de este año se aprecia un descenso ligero en 2005 y 2006, que se traduce además en una alteración de la composición porcentual de la HH ganadera en detrimento del bovino y aumentos de la carne de ave y de porcino (especies cuya HH es sustancialmente menor). Las razones de esta evolución son difíciles de establecer con precisión, pero sin duda tienen que ver con la fuerte competitividad e integración del sistema ganadero en los subsectores de porcino y pollo, y su menor precio al consumo, frente al sector de vacuno. El incremento de las importaciones de granos, soja y otras materias primas empleadas en los piensos responde así a la demanda de estos productos por parte de los consumidores europeos.

Las conclusiones que se pueden extraer de este estudio se centran en el papel del comercio internacional y la HH de un sector productivo muy integrado y dependiente de los flujos de comercio internacional. La creación de valor por parte del sistema ganadero español se basa en una ventaja competitiva frente a los países de Europa: su baja densidad de población y la abundancia de suelo disponible de bajo valor económico, no en vano la CA de Castilla-León es la CA de menor densidad de España y la que mayor HH ganadera tiene. A esta ventaja se añade, por un lado, el desarrollo técnico, organizativo y estructural de sectores, como el de porcino y pollo, altamente tecnificado y capitalizado. Y, por otro, las posibilidades de importar soja y cereales a bajos precios, animadas por la fortaleza del Euro frente al dólar, con los que nutrir las demandas alimenticias del ganado.

La apertura al mercado de estas producciones ganaderas ha precisado así tanto del tirón de la demanda de los países de la UE, que ha visto así la forma de reducir el coste ambiental del engorde de animales en países muy densamente poblados y ambientalmente más concienciados, como de la posibilidad de acceder a importaciones baratas de los piensos. No es accidental en todo este proceso la creciente liberalización de la agricultura en la UE, la Agenda 2000 y la reforma de 2003, que ha permitido 'liberar' tierra y agua en España que han dejado de producir cereales (especialmente, maíz) para producir vino, aceite de oliva y frutas y hortalizas. Con ello, España ha logrado aumentar la productividad de la tierra y del agua en las zonas de interior en mucha mayor medida que lo han hecho las provincias tradicionalmente orientadas a la producción de frutas y hortalizas (Garrido *et al.* 2009).

## 6. REFERENCIAS

Chapagain, A.K. y Hoekstra, A.Y. (2003). Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. *Value of Water Research Report Series No. 13*, UNESCO-IHE. Delft, The Netherlands.

Chapagain, A.K. y Hoekstra, A.Y. (2004). Water Footprints of Nations. *Value of Water Research Report Series No. 16*, UNESCO-IHE. Delft, The Netherlands.

Hoekstra, A.Y. y Chapagain, A.K. (2008). Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources. *Blackwell Publishing*. Oxford, UK.

Chapagain, A. y S. Orr. (2008). UK Water Footprint: the impact of the UK's food and fibre consumption on global water resources. Volume one. [http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/water\\_footprint\\_uk.pdf](http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/water_footprint_uk.pdf)

Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture (CAWMA) (2007). Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. *Earthscan*. London. 2007

FAO (2006). Livestock's long shadow environmental issues and options. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, 390 pp. <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>

Formas (ed). (2008). Water for Food. *Swedish Research Council (Formas)*, Estocolmo.

Galloway, J. N., Burke, M., Bradford, G.E., Naylor, R., Falcon W., Chapagain, A. K., Gaskell, J. C., McCulloch, E., Mooney, H. A., Oleson, K.L.L., Steinfeld, H., Wassenaar, T. y Smil, V. (2007). International Trade in Meat: The Tip of the Pork Chop. *Ambio*, Vol. 36 no. 8, page(s) 622-629.

Garrido, A., M.R. Llamas, C. Varela, P. Novo, R. Rodríguez Casado, y M.M. Aldaya (2009). Water footprint and virtual water trade: policy implications. *Observatorio del Agua. Fundación Marcelino Botín*. Santander. 2008.

Gleick, P. y Palaniappan, M. (2009). *The World's Water 2008-2009: The Biennial Report*. Pacific Institute and Island Press, Washington, D.C.

Hong, Y. y Zehnder, A.J.B. (2008). Globalization of Water Resources through Virtual Water Trade. Paper presented at the *Rosenberg Forum*, Zaragoza. [online] Disponible en: <http://rosenberg.ucanr.org/forum6.cfm>

INTERAL (2008). Estudio de posicionamiento estratégico para el sector de alimentación animal en el escenario actual. *INTERAL, Organización Interprofesional Española de la Alimentación Animal*. 93 pp.

Kuylenskierna, J., Destouni, G. y Lundqvist, J. (2008). «Feeding the future world-securing enough food for 10 billion people» en Förare, J. (Ed). *Water for Food*. The Swedish Research Council FORMAS. Estocolmo, pp.9-21.

MARM (2009a). Anuario de Estadística Agroalimentaria. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.  
<http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/2007/indice.asp>

MARM (2009b). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Sección Ganadería. <http://www.mapa.es/es/ganaderia/ganaderia.htm>

MYTC (2009). DataComex database [online]. Disponible en:  
[http://datacomex.comercio.es/principal\\_comex\\_es.aspx](http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx)

Rodríguez Casado, R., Garrido, A. y Varela Ortega, C. (2009). La huella hidrológica de la agricultura española. *Ingeniería del Agua*, en prensa.

Rodríguez Pascual, M. (2008) La ganadería extensiva en España.  
<http://www.ruralnaturaleza.com/texto-la-ganaderia-extensiva-en-espana>

Rosegrant, M.W., X. Cai y S. Cline (2002). *World Water and Food for 2025*. IFPRI, Washington, D.C. 2002.

Statistics Canada (2003). Livestock feed requirement study 1999-2001. *Agriculture Division, Statistics Canada*. Ottawa, Canadá.  
<http://www.statcan.ca/cgi-bin/downpub/freepub.cgi>

## 7. ANEXOS

### Anexo A. Ejemplo de cálculo del agua virtual en porcino

Datos iniciales:

Peso vivo al sacrificio= 110 kg

Edad al sacrificio= 8 meses.

Agua virtual del animal ( $m^3$ /animal):

$$V_a = V_{drink} + V_{services} + V_{feed}$$

Agua destinada a la consumición directa:  $V_{drink} = 2,40$   $m^3$ /animal (Chapagain y Hoekstra, 2003)

Agua destinada al manejo de la explotación:  $V_{services} = 8,37$   $m^3$ /animal (Chapagain y Hoekstra, 2003)

Agua virtual relativa a la alimentación:  $V_{feed}$  (véase Cuadro A.1)

CUADRO A.1 Datos de agua virtual relativa a la alimentación en porcino

Cultivos	Alimentación <sup>1</sup> (ton./año)	Agua virtual <sup>2</sup> ( $m^3$ /ton.)	Agua consumida ( $m^3$ /año)
Trigo	0,0554	629	34,85
Avena	0,039	700	27,30
Cebada	0,3126	663,5	207,41
Otros granos	0,004	750	3,00
Maíz	0,1794	718,5	128,90
Guisantes secos	0,0146	1625	23,73
Torta soja	0,0434	833,5	36,17
Torta de colza	0,048	1011,5	48,55
Productos molinería	0,014	1020,5	14,29
Porción no grano	0,0328	381	12,50
<b>TOTAL</b>	—	—	<b>536,69</b>

Fuente: <sup>1</sup> Statistics Canada (2003); <sup>2</sup> Chapagain y Hoekstra (2004) y Garrido et al. (2009).

Para pasar del agua virtual consumida a través de la alimentación al año en porcino al agua virtual consumida por cada animal, hay que multiplicar por la edad al sacrificio:

$$V_{feed} = 536,7 \times \frac{8}{12} = 357,8 \text{ m}^3/\text{animal}$$

Por tanto, el contenido en agua virtual del porcino es:

$$V_a = 2,403 + 8,365 + 357,8 = 368,6 \text{ m}^3/\text{animal}$$

Para referir los datos a toneladas de peso vivo del animal hay que dividir entre el peso del cerdo al sacrificio:

$$V_{a'} = \frac{2,403}{110} + \frac{8,365}{110} + \frac{357,8}{110} = 21,8 + 76 + 3252,7 = 3350,6 \text{ m}^3/\text{ton.}$$

A partir de esta cifra, con los datos de agua necesaria para la elaboración del producto ( $V_{transf}$ ) y con los datos de fracción y valor de producto ( $pf$  y  $vf$ ), se obtienen los contenidos de agua virtual para los productos de origen porcino (Cuadro A.2).

CUADRO A.2 *Contenido en agua virtual de productos derivados del porcino*

<i>Producto</i>	$V_{transf}$ ( $\text{m}^3/\text{ton}$ )	<i>pf</i>	<i>vf</i>	<i>Agua virtual</i> ( $\text{m}^3/\text{ton}$ )
Carne porcino	10	0,76	0,84	3714
Carne salmuera	15	0,52	0,84	5436
Tocino	15	0,54	0,84	5234
Despojos comestibles	10	0,03	0,005	20.160

## Anexo B. Agua virtual de la ganadería y comercio exterior de España

CUADRO B.1 *Uso del agua en la ganadería por CCAA y especie (Mm<sup>3</sup>). Año 2004*

	<b>Porcino</b>	<b>Bovino</b>	<b>Ovino</b>	<b>Caprino</b>	<b>Aves</b>	<b>Total</b>
<b>Galicia</b>	487,9	5488,8	93,3	7,6	479,4	6557
<b>P. De Asturias</b>	93,1	2258,0	20,8	3,4	0,0	2375
<b>Cantabria</b>	1,4	1650,4	21,0	1,7	0,0	1675
<b>País Vasco</b>	43,0	928,7	101,2	2,7	61,2	1137
<b>Navarra</b>	184,6	658,5	249,1	1,1	153,1	1246
<b>Aragón</b>	1222,5	1588,3	779,5	4,4	91,0	3686
<b>Cataluña</b>	5313,9	3358,2	253,3	8,1	1423,0	10.356
<b>Castilla y León</b>	2104,8	8307,0	1228,8	14,2	307,1	11.962
<b>La Rioja</b>	22,7	221,3	48,2	1,3	15,7	309
<b>Madrid</b>	321,7	296,8	31,2	3,1	159,2	812
<b>Castilla-La Mancha</b>	1158,7	1646,7	955,2	40,1	128,3	3929
<b>C. Valenciana</b>	667,8	419,7	138,9	8,6	597,4	1832
<b>Baleares</b>	70,7	150,4	98,1	1,1	24,5	345
<b>Extremadura</b>	284,6	4178,8	1294,4	29,2	66,9	5854
<b>Andalucía</b>	1274,8	3611,9	918,5	114,5	628,0	6348
<b>R. De Murcia</b>	933,1	288,8	182,3	11,4	108,9	1524
<b>Canarias</b>	37,0	112,6	20,9	32,9	36,5	240
<b>TOTAL</b>	14.222	35.165	6435	286	4280	60.388

Fuente: Elaboración propia a partir de MARM (2009b)

CUADRO B.2 “Comercio” de agua virtual de productos ganaderos. Año 2004

Producto	$V_j^1$ ( $m^3$ /ton.)	$V_{j,p}^2$ ( $m^3$ /ton.)	Comercio exterior <sup>3</sup> (ton.)		“Flujo” agua virtual ( $Mm^3$ )		Balance ( $Mm^3$ )
			Exportaciones	Importaciones	$VW_E$	$VW_I$	
Bovino	5286	5065	40.319	84.860	212	430	217
Porcino	3350	3549	142.361	35.088	475	125	-352
Ovino	6532	2120	13.265	4921	87	10	-76
Aves	2000	1835	6478	4618	13	8	-4
Resto animales	5000	2500	6226	2327	31	6	-25
Carne bovino	8843	8320	141.979	89.090	1254	741	-514
Carne porcino	3714	4050	528.658	59.235	1956	240	-1718
Carne ovino y caprino	5850	2700	20.419	10.381	118	28	-91
Carne ave	2564	2365	69.234	106.102	177	251	73
Despojos excepto aves	18.016	14.897	104.702	13.584	1884	202	-1684
Otras carnes	18.016	14.897	9122	992	163	15	-150
Tocino	5234	6059	59.864	7679	311	18	-295
Carne salmuera	5436	5745	26.157	7127	141	41	-101
Leche nata	1157	950	214.846	602.369	247	572	324
Otros lácteos	882	737	170.866	271.330	150	200	49
Quesos	2540	1995	53.062	186.111	134	371	237
Huevos	3533	3761	122.183	15.895	431	60	-372
Otros productos (tripas, estómagos...)	22.560	26.000	144.089	49.229	3250	1280	-1971
<b>TOTAL</b>	—	—	<b>1.873.831</b>	<b>1.550.935</b>	<b>10.956</b>	<b>4598</b>	<b>-6455</b>

Fuente: <sup>1</sup> Elaboración propia; <sup>2</sup> Chapagain y Hoekstra (2004); <sup>3</sup> MARM (2009b) $V_j$ : Contenido en agua virtual del producto  $j$  en España; $V_{j,p}$ : Media del contenido en agua virtual del producto  $j$  en los países  $p$  de origen; $VW_E$ : Agua virtual ‘exportada’;  $VW_I$ : Agua virtual ‘importada’

## ANEXO C. Datos relativos a la producción de piensos

CUADRO C.1 Producción de piensos, premezclas, piensos complementarios y mezcla simple de materias primas destinados a animales por CCAA y tipos de piensos (miles ton). Año 2006

	Aves	Porcino	Bovino	Ovino	Caprino	Conejos	Equino	Total
Andalucía	721	1588	647	623	0	15	67	3660
Aragón	314	1996	583	167	0	58	7	3125
P. De Asturias	19	10	333	2	2	21	3	389
Baleares	28	19	26	5	0	1	5	85
Canarias	0	0	0	0	0	0	0	0
Cantabria	28	2	242	1	0	1	3	277
Castilla y León	827	626	487	159	40	47	7	2193
Castilla-La Mancha	457	2241	915	473	0	73	21	4180
Cataluña	1510	4287	1048	65	65	167	18	7160
C. Valenciana	160	1009	359	221	0	11	14	1774
Extremadura	648	660	1094	13	0	79	15	2510
Galicia	87	21	28	0	0	1	0	137
Madrid	104	131	98	38	106	4	30	511
R. De Murcia	239	1128	113	140	0	39	8	1666
Navarra	168	512	327	90	0	4	7	1108
País Vasco	38	17	150	13	0	10	2	231
La Rioja	444	929	59	37	0	90	12	1571
<b>TOTAL</b>	<b>5790</b>	<b>15.177</b>	<b>6508</b>	<b>2047</b>	<b>213</b>	<b>620</b>	<b>220</b>	<b>30.376</b>

Fuente: INTERAL (2008)

CUADRO C.2 *Productos con destino alimentación animal en España (miles ton.)*

<i>Campaña</i>	<i>Cereales</i>	<i>Leguminosas</i>	<i>Patata</i>	<i>Hortalizas</i>	<i>Semillas Oleaginosas</i>	<i>Tortas Oleaginosas</i>
<b>95-96</b>	12.314	592	420	193	594	4721
<b>97-98</b>	17.907	796	213	160	771	4862
<b>98-99</b>	19.688	853	135	147	759	5683
<b>99-00</b>	18.204	773	146	135	600	5930
<b>00-01</b>	19.740	1119	227	130	433	5283
<b>01-02</b>	20.455	639	105	127	779	6013
<b>02-03</b>	21.247	612	117	115	743	5677
<b>03-04</b>	23.924	1060	100	107	786	6130

Fuente: MARM (2009b)