

Sociedad de Estudios de Historia Agraria - Documentos de Trabajo

DT-SEHA n. 2202

Febrero de 2022

www.seha.info

**A GRANDES TRANSFORMACIONES AGRARIAS, GRANDES
IMPACTOS HÍDRICOS: UN ANÁLISIS HISTÓRICO DEL
CONSUMO AGRARIO DE AGUA EN ESPAÑA**

Ana Serrano, Vicente Pinilla, Rosa Duarte

S E H A

Universidad de Zaragoza, Facultad de Economía y Empresa e Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2).

Contacto: asergon@unizar.es

© Febrero de 2022, Ana Serrano, Vicente Pinilla y Rosa Duarte

ISSN: 2386-7825

Resumen: En este trabajo se evalúan las principales transformaciones producidas en el sector agrario español desde mitad del siglo XIX y su interrelación con los recursos hídricos. Tras analizar los cambios estructurales más importantes del sistema agrario ocurridos en el largo plazo, el texto hace especial hincapié en el papel de la expansión del regadío como impulsor del desarrollo agrario en España, y como motor de las presiones crecientes sobre los requerimientos de agua. Ello se analiza de forma conjunta con la gran construcción de macro proyectos hidráulicos desde finales del siglo XIX, que se consolidó durante la dictadura franquista, así como con la reciente modernización de las infraestructuras de regadío. Posteriormente, se resumen los principales indicadores que dan cuenta del impacto que este exitoso (en términos económicos) proceso agrario ha tenido sobre el volumen de agua utilizado, prestando atención tanto a los hechos acontecidos a nivel nacional, como a la integración de la agricultura y ganadería española en los mercados internacionales. Con todo, este trabajo pretende ofrecer un estado de la cuestión de las dinámicas históricas agua-agricultura para España.

Palabras clave: historia agraria española, historia ambiental, Agua virtual, regadío, huella hídrica

Código JEL: N53, N54, Q25, Q56

Abstract: This paper evaluates the main transformations that have taken place in the Spanish agricultural sector since the mid-19th century and their interrelation with water resources. After analyzing the most important structural changes in agriculture in the long term, the text places special emphasis on the role of the expansion of irrigation as a driver of agricultural development in Spain, and as a motor of the growing pressures on water requirements. This is followed by a study of the large-scale construction of hydraulic projects since the end of the 19th century, which was consolidated during the Franco dictatorship, as well as the recent modernization of irrigation infrastructures. Subsequently, the main indicators that show the impact that this successful (in economic terms) agricultural process has had on the volume of water used are summarized, paying attention both to the main national milestones and to the integration of Spanish agriculture and livestock farming into international markets. In short, this paper aims to offer a state of the art of the historical water-agriculture dynamics for Spain.

Keywords: Spanish agricultural history, environmental history, virtual water, irrigation, water footprint

JEL codes: N53, N54, Q25, Q56

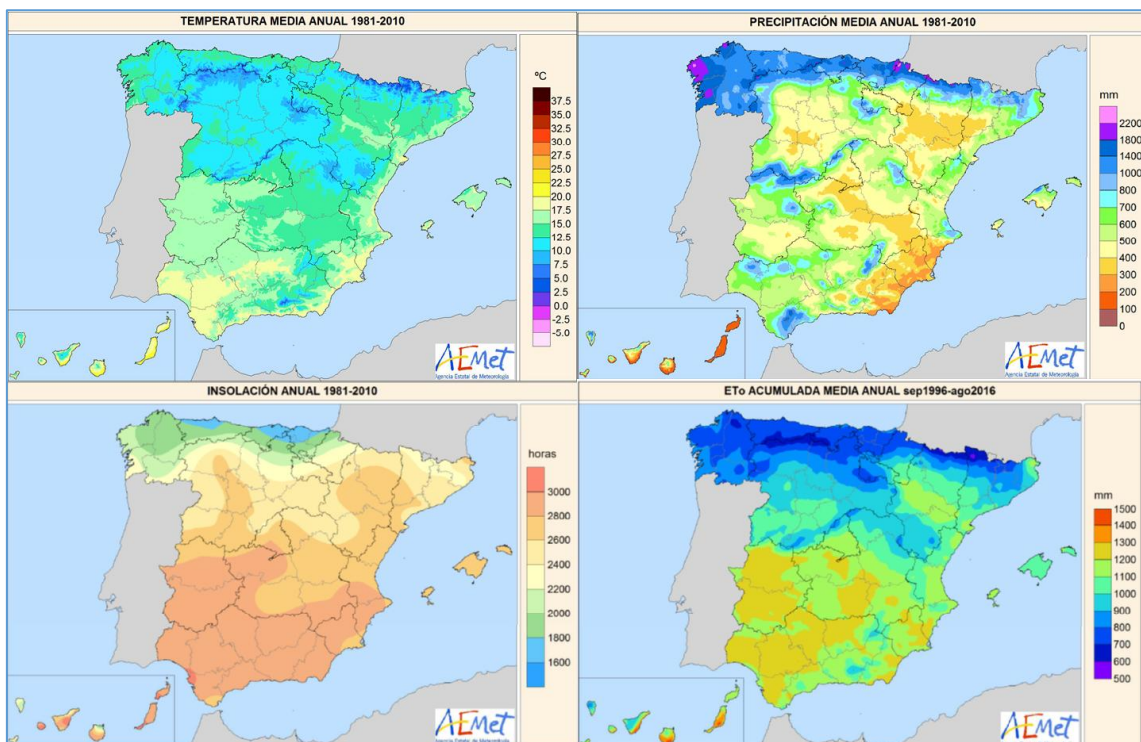
Agradecimientos: Agradecemos los comentarios recibidos en el seminario ‘Las bases ambientales del desarrollo económico español en el largo plazo’, celebrado en septiembre de 2021 en la Universidad de Granada. Lógicamente los errores que pudieran subsistir son de nuestra exclusiva responsabilidad. Agradecemos también la financiación recibida del Ministerio de Ciencia e Innovación (proyectos PID2019-106822RB-I00 y PGC2018-095529-B-I00), y del Departamento de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de Aragón (Grupos consolidados S40_R20 y S55_20R).

1. Introducción

En este artículo se analizan las transformaciones agrarias que se han producido en el largo plazo en España, vinculándolas con las presiones que han generado sobre el agua. Nuestro trabajo se nutre de los estudios y estimaciones que los autores han realizado durante los últimos años (Cazcarro et al., 2015a, 2015b; Duarte et al., 2014a, 2014b, 2016a, 2019, 2021), así como de otra literatura relacionada (Chico y Garrido, 2012; Garrido et al., 2010; Oñate, 2009, entre otras).

Desde 1850 el sector agrario español experimentó importantes cambios estructurales que alteraron su relación con los recursos hídricos. Entre ellas, podemos destacar el fuerte aumento de la producción y el incremento de la superficie cultivada, el crecimiento de los rendimientos, los cambios productivos de la mano de la expansión e intensificación del regadío o la integración en los mercados internacionales durante las dos olas de globalización. Este proceso fue de la mano de otras transformaciones estructurales, sociales e institucionales que culminaron con la industrialización del país, tras la cual España se posicionó como un país de renta alta.

Figura 1: La variabilidad climática espacial en España



Fuente: Chazarra Bernabé et al. (2018)

En términos climáticos, España presenta una elevada variabilidad regional (y temporal) en temperaturas, precipitaciones, horas de sol y evapotranspiración (Figura 1). Puede decirse que presenta climas secos, templados y fríos (Chazarra Bernabé et al., 2018). Estos desajustes espaciales fueron claves para la implementación de políticas de gestión del agua desde la perspectiva de la oferta. Las demandas hídricas crecientes de una agricultura en expansión (primero, para satisfacer de alimentos a la población, posteriormente, por la incorporación de la agricultura española a los mercados internacionales) se satisficieron mediante la construcción de grandes obras hidráulicas que permitieron la extensión de la superficie irrigada, y a partir de mitad de los noventa, a través de la modernización de los regadíos.

En este trabajo analizamos la evolución de los usos consuntivos de agua agrarios en el largo plazo. Así, entenderemos por consumo de recursos hídricos el volumen de agua que se extrae de fuentes superficiales o subterráneas y que no vuelve a la cuenca de extracción, bien porque queda incorporado en los productos agrarios, se evapora o vuelve a otra cuenca o al mar (Hoekstra et al., 2011). Analizamos los impactos sobre los recursos hídricos en términos cuantitativos. No evaluaremos los impactos en términos de contaminación del agua, que igualmente han sido notables (Aldaya et al., 2020; Cazarro et al., 2016; Sánchez-Chóliz y Duarte, 2004). Así, diferenciaremos entre agua verde – precipitación que se acumula en la tierra o en las plantas en forma de humedad– y agua azul –fuentes de agua subterránea o superficial, esto es, el agua dulce acumulada en ríos, lagos y acuíferos– (Hoekstra et al. 2011). Esta última puede ser regulada, por lo que resulta muy relevante en términos de gestión hídrica (Hoekstra, 2019).

Metodológicamente, hablaremos de la huella hídrica del sistema agrario español, que reflejará el consumo de agua que de forma directa e indirecta ha implicado el desarrollo agrario (Hoekstra et al. 2011). También trataremos el comercio de agua virtual (Allan et al., 1997), refiriéndonos al volumen de agua incorporada en los flujos comerciales de la agricultura española. Estos impactos sobre el agua se han estimado en trabajos previos de los autores (por ejemplo, Duarte et al. (2014a) y Duarte et al. (2014b)), utilizando el enfoque “bottom-up” desarrollado por Hoekstra y Hung (2005). Esta perspectiva permite trabajar con un elevado grado de detalle productivo y obtener series de muy largo plazo. Sin embargo, no distingue entre demandas de productos (y de agua) finales e intermedias (Feng et al., 2011). Como fuente de datos se usan las series de producciones agrarias por cultivos de MAPA (varios años) y de comercio (FAO, varios años; United Nations, 2021).

Igualmente, se utilizan los datos de huella hídrica de la agricultura (Mekonnen y Hoekstra, 2011a) y la ganadería (Mekonnen y Hoekstra, 2012) que son modificados temporalmente usando los rendimientos por productos de FAO (2021) y MAPA (varios años). Para profundizar más sobre esta actualización pueden consultarse trabajos como Dalin et al. (2012), Duarte et al. (2021; 2016), Konar et al. (2012) o Tuninetti (2018), entre otros.

En la siguiente sección se tratan las principales transformaciones agrarias en España desde 1850. A continuación, se dedica una sección a uno de los cambios que más influencia ha ejercido sobre el sistema agrario español, la expansión del regadío. Asimismo, prestaremos atención a los desarrollos tecnológicos e institucionales que han permitido su modernización en las últimas décadas. En tercer lugar, se evalúan las presiones sobre el agua, atendiendo a lo que ocurrió dentro de nuestras fronteras, así como a las interrelaciones de la agricultura con el sector exterior. Finalmente, el texto termina con las principales conclusiones.

2. Las transformaciones históricas del sistema agrario en España

En una visión de muy largo plazo las principales transformaciones que ha experimentado el sistema agrario español han sido un formidable incremento de la producción, un incremento también de la superficie cultivada hasta mediados del siglo XX, un fuerte aumento de la productividad, especialmente desde esta última fecha, y un cambio significativo en la composición de la producción agraria.

Si en 1800 la agricultura española tenía dificultades para proporcionar una alimentación suficiente a su población, en los 200 años siguientes el crecimiento de la producción ha excedido con creces al de la población, como ha ocurrido en el conjunto de los países desarrollados (Federico, 2005). Además de incrementarse la ingesta de calorías en el marco de una relevante transición nutricional, una parte significativa de la producción agraria se ha dirigido al exterior, hasta convertirse España en uno de los principales exportadores mundiales de alimentos.

Podemos dividir el proceso de transformaciones agrarias en tres etapas con claros rasgos distintivos: una primera que va de inicios del primer tercio del siglo XIX hasta el último decenio de éste, en la que el incremento de la producción se consiguió principalmente con un mayor uso de factores productivos, especialmente tierra y trabajo; la segunda arranca en el contexto de la depresión agraria finisecular y se extiende hasta el inicio de la guerra

civil, y viene marcada por un proceso de introducción de innovaciones tecnológicas que comenzaron a elevar la productividad; tras el paréntesis por el parón y retroceso en el proceso de modernización que supusieron los primeros años del franquismo, desde mediados de los años cincuenta se retoma, acelera e intensifica la introducción de innovaciones tecnológicas y la agricultura española camina hacia un crecimiento intensivo en el que la mejora de la productividad total de los factores (PTF) juega un papel determinante.

El crecimiento agrario en el siglo XIX estuvo impulsado fundamentalmente por el de la población y por una creciente inserción en los mercados internacionales de productos agrarios articulados en la primera oleada globalizadora. Este crecimiento hizo necesario un cambio institucional para permitir la formación de una economía de mercado. Además, se eliminaron las restricciones impuestas por las instituciones del Antiguo Régimen (García Sanz, 1985). Las reformas liberales se encontraron con una gran resistencia por parte de los absolutistas, lo que retrasó su aplicación definitiva. Especialmente relevante fue la privatización de las tierras pertenecientes a la iglesia y a los ayuntamientos y de las tierras comunales y su venta en subasta pública en los sucesivos procesos desamortizadores, aunque la estructura de la propiedad no cambió sustancialmente.

El cambio más importante de la agricultura en la segunda mitad del siglo XIX fue la conversión de tierras no utilizadas en tierras cultivadas. La superficie cultivada creció en España entre 1800 y 1900 en casi 6 millones de hectáreas. La producción agrícola creció durante el siglo XIX a un ritmo anual del 0,7%. Además, la presencia de las exportaciones agrícolas españolas en los mercados internacionales fue creciente. El producto estrella fue el vino. La configuración de un mercado internacional, derivado del crecimiento de la demanda en los países industrializados del continente americano y en Francia debido a la plaga de la filoxera, dio lugar a interesantes oportunidades para los productores tradicionales. Entre 1850 y 1890, España multiplicó por quince sus exportaciones (Pinilla y Serrano, 2008). Las exportaciones de otros productos agrícolas también se aumentaron significativamente, como el aceite de oliva o las frutas y verduras (Gallego y Pinilla, 1996; Ramón-Muñoz, 2000).

La gran expansión de la producción fue acompañada de un aumento moderado de la productividad, desplazando los recursos hacia sectores de mayor productividad (de tierras no utilizadas o pastos a cultivos) (Gallego, 2001). La PTF en el sector agrícola creció

lentamente durante la primera mitad del siglo XIX (0,16% anual entre 1800 y 1857), pero más rápidamente en su segunda mitad (un 0,95% entre 1857 y 1905) (Bringas, 2000). Un grave obstáculo que limitó el crecimiento de la productividad fue la imposibilidad del sector agrícola para adaptarse al cambio tecnológico que estaban adoptando muchos países europeos ("la primera revolución verde"), dada la aridez de gran parte de la Península Ibérica. Partiendo de unos niveles de productividad agrícola relativamente bajos, la diferencia entre la productividad española y los niveles ya elevados de otros países europeos aumentó.

El inicio de la depresión agrícola internacional a finales del siglo XIX y los problemas causados, marcaron el comienzo de una nueva etapa en la que la agricultura española experimentó importantes cambios en el primer tercio del siglo XX. La productividad agrícola mejoró, inicialmente en términos de rendimientos de la tierra y, tras la Primera Guerra Mundial, en la productividad del trabajo. La PTF también creció más rápidamente que en el siglo anterior (Bringas, 2000). El consumo de fertilizantes creció fuertemente, cuadruplicándose entre 1907 y 1935 (Gallego, 2001). La mecanización de la agricultura acabó por despegar, sobre todo cuando tras la Primera Guerra Mundial los salarios reales empezaron a aumentar sensiblemente, lo que constituyó un incentivo para sustituir trabajo por capital (Clar y Pinilla, 2009). El fuerte proteccionismo triguero dio a los agricultores un margen que les permitió modernizar su producción. Mientras tanto, en los mercados exteriores, los productos españoles se enfrentaron a serias dificultades. El vino tuvo muchos problemas para acceder a sus mercados tradicionales, bien por las políticas proteccionistas de países como Francia, Estados Unidos o Argentina, bien porque no se había convertido en un producto de consumo masivo en los países industrializados (Pinilla y Ayuda, 2002).

Sin embargo, una reorientación posterior en el desarrollo de la agricultura española consistió en aumentar la producción y exportación de frutas y hortalizas. El desarrollo de estos cultivos requirió la ampliación de las tierras de regadío para hacer posible esta expansión por la aridez del territorio. El aumento de la producción y las exportaciones de estos productos fueron muy notables (Pinilla y Ayuda, 2010). España logró una posición muy prominente en los mercados internacionales de productos hortofrutícolas mediterráneos.

El proceso de modernización agrícola se interrumpió entre 1936 y 1951, en un contexto de políticas intervencionistas y de aislamiento exterior debido a la dictadura franquista (Barciela, 1986; Christiansen, 2012). Ello provocó una grave caída de la productividad y una notable incapacidad para alimentar adecuadamente a la población española.

Desde finales de la década de 1950, el proceso de industrialización generó efectos de empuje y atracción lo suficientemente fuertes como para provocar un éxodo rural masivo (Collantes y Pinilla, 2019). La demanda de mano de obra en los países europeos más desarrollados también contribuyó a este éxodo. El aumento de los salarios en las zonas rurales promovió la mecanización. Este proceso se completó con la adopción de las tecnologías de la Revolución Verde, en particular la introducción de semillas híbridas. La expansión del regadío también fue crucial, aumentando en más de un millón de hectáreas entre 1950 y 1978.

La reestructuración de la producción agrícola se inició en torno a 1965 y se concentró en productos de elevada elasticidad de demanda con respecto a la renta, como la carne o las frutas y vegetales frescos. La ganadería se convirtió en el paradigma de la transformación de la agricultura. Las conexiones internacionales favorecieron la introducción de especies foráneas tecnológicamente maduras (sobre todo pollos y cerdos, aunque también ganado vacuno). La ganadería intensiva se desarrolló con sistemas de producción industrial y se integró cada vez más verticalmente, convirtiéndose en uno de los sectores líderes de la producción agraria en la segunda mitad de los años sesenta.

En 1986 España entró en la Comunidad Económica Europea (CEE) y, tras un periodo de transición, adoptó la Política Agrícola Común (PAC). Ello implicó un importante aumento de las ayudas a los agricultores españoles, estimulando la producción (Clar et al., 2018). Además, el acceso al mercado europeo representó excelentes oportunidades comerciales para aquellos productos, especialmente los hortalizas mediterráneas, en los que la agricultura española era competitiva (Serrano y Pinilla, 2011). España, por tanto, se benefició inicialmente de acceder a un mercado con un enorme potencial, en condiciones muy favorables. Sin embargo, más interesante que estos beneficios, que podríamos calificar de estáticos y derivados exclusivamente de la liberalización comercial, es que el sector agroalimentario español adquirió un gran dinamismo tras la adhesión de España, con la introducción de mejoras tecnológicas y su adaptación a las nuevas condiciones de la demanda y los gustos de los consumidores (Serrano et al., 2015).

En consecuencia, la producción agraria, integrada en el sector agroalimentario, ha crecido y España se ha convertido en uno de los principales exportadores de alimentos del mundo. Las exportaciones agrícolas se multiplicaron casi por cinco desde 1985 (Clar et al., 2015).

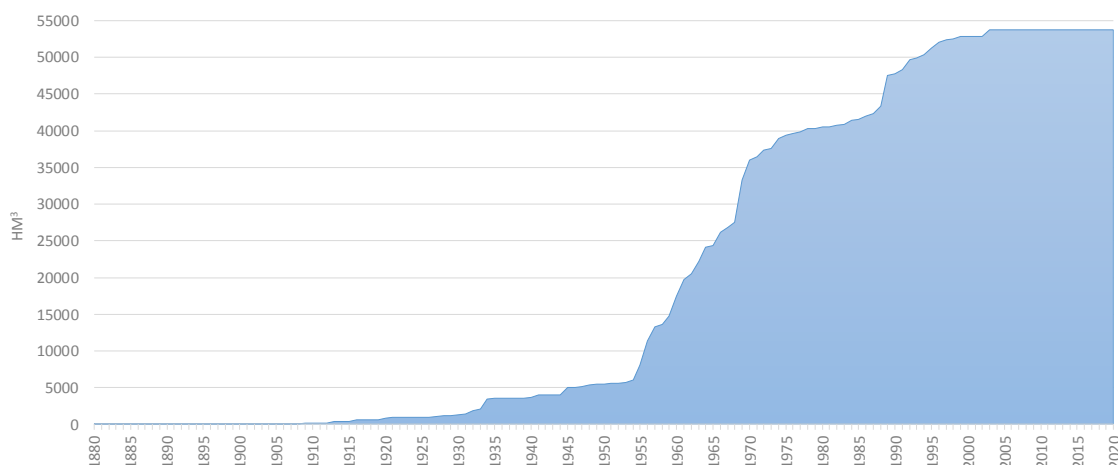
En la segunda mitad del siglo XX la agricultura española presenta unos resultados bastante destacados, con una tasa media de crecimiento anual del 2,2%, entre 1950 y 2005, frente a una media europea del 1,3%, siendo la más alta del continente. Esta diferencia en el ritmo de crecimiento español con respecto al europeo, se debió, sobre todo, a que, si bien hasta 1985 su producción había aumentado a un ritmo similar al de muchos otros países europeos, con posterioridad a esta fecha siguió creciendo vigorosamente. En cambio, los países de Europa Occidental vieron cómo se estancaba su producción y los de Europa del Este caían como consecuencia del colapso del modelo comunista y la transición a la economía de mercado (Martín-Retortillo y Pinilla, 2015).

3. La expansión del regadío y su modernización reciente

La expansión del regadío durante la segunda mitad los siglos XIX y XX puede considerarse una de las transformaciones más relevantes acontecidas en el sector agrario español (Clar et al., 2018). Los rendimientos de la agricultura tradicional estuvieron históricamente mermados por la irregular distribución geográfica de los recursos hídricos, así como por la elevada evapotranspiración media en comparativa con los países del entorno europeo (González de Molina, 2001; Santiago-Caballero, 2013). Esta aridez es clave para explicar el retraso en la incorporación de los desarrollos tecnológicos implementados en los países de la Europa desarrollada de la época (Garrabou, 1994; Tortella, 1994).

La escasez de precipitaciones, junto a su variabilidad temporal y espacial impulsó la construcción de obras hidráulicas. A lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, vieron la luz múltiples proyectos de extracción de agua del subsuelo sobre las bases de antiguos canales, bombas manuales, molinos o norias (Calatayud y Martínez-Carrión 1998), mayoritariamente financiados con capital privado. El modesto crecimiento del agua regulada para regadío, que alcanzó la cifra de 50 hm³ (Dirección General de Obras Hidráulicas 1992), puede ser explicado por las restricciones financieras de los inversores privados, el elevado número de años para obtener un retorno a la inversión realizada (Pinilla, 2008), pero sobre todo, por las dificultades tecnológicas para la construcción de grandes proyectos.

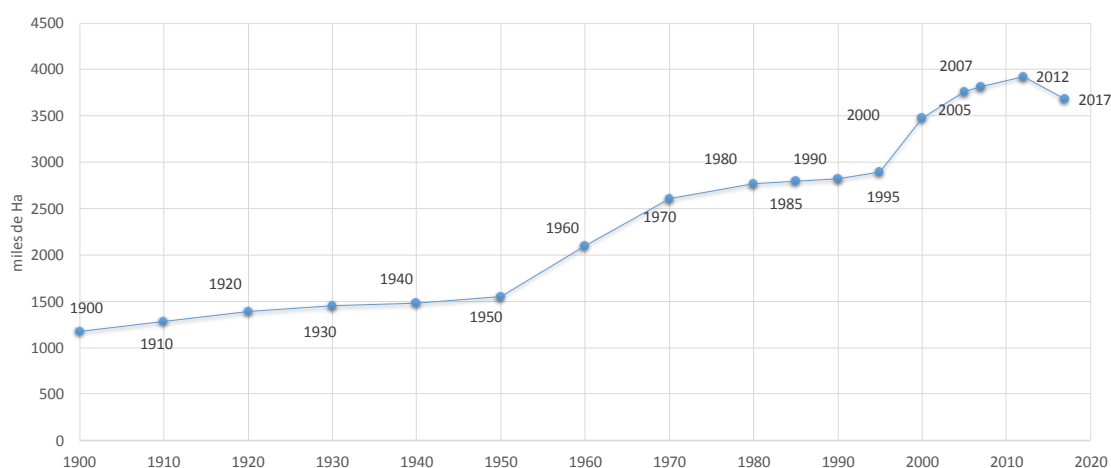
Figura 2: Evolución de la capacidad acumulada de embalse en España, 1880-2020



Fuente: elaboración propia a partir de FAO (2021b)

Ya a finales del siglo XIX, el regeneracionismo, de la mano de Joaquín Costa, impulsó la construcción y financiación de las obras hidráulicas por parte del sector público (Pinilla, 2006; Swyngedouw, 1999). El estado vio en el regadío un mecanismo para sostener población, proveer alimentos y satisfacer las demandas externas (Sanchis-Ibor et al., 2020). El gran avance se produjo de la mano de los desarrollos técnicos. Inicialmente, se tradujeron en la adopción de nuevas herramientas como los motores de gasolina, gas o electricidad, los cuales se localizaron mayoritariamente en el Mediterráneo, impulsando la inversión privada en la extracción de aguas subterráneas (Calatayud y Martínez-Carrión, 1998). Mediante el desarrollo de obras hidráulicas, entre 1880 y 1900 la capacidad acumulada de embalse, que partía de niveles muy reducidos, creció al 8% anual. Posteriormente, durante la primera mitad del siglo XX lo hizo al 9,2% (Figura 2), reflejándose el impulso experimentado durante la época. Más moderado fue el crecimiento de la superficie irrigada, que pasó de ocupar 1,1 a 1.6 millones de hectáreas entre 1900 y 1950 (Figura 3).

Figura 3: Trayectoria del área equipada para regadío en España, 1900-2017



Fuente: elaboración propia a partir de Siebert et al. (2015) y AQUASTAT (2021)

Posteriormente, la aplicación de la ingeniería, junto al uso de nuevos materiales como el cemento, resultaron clave para la expansión de megaproyectos hidráulicos, que tuvieron su gran desarrollo durante la dictadura franquista, pero se prolongaron en menor medida en la etapa democrática. La construcción de obras hidráulicas alcanzó su máximo crecimiento durante la dictadura, especialmente entre 1950 y 1970 (Figura 2). La misión hidráulica franquista, basada en las ideas regeneracionistas de Costa y en el diseño de las mismas en el Plan Hidrológico Nacional (PHN) de 1933 (Lopez-Gunn, 2009), se plasmó en un aumento sin precedentes de la capacidad para almacenar agua. Esta se multiplicó por 6,5 en 20 años, creciendo al 10% anual en media entre 1950 y 1970 (Figura 2). Además, si consideramos el stock de capital neto, puede observarse que alrededor de un 25% del gasto público en infraestructuras se dedicaba a obras hidráulicas o de regadío en 1970 (Cazcarro et al., 2015b). Ello conllevó una notable expansión de la superficie de regadío (Figura 3), que creció al 2,6% anualmente, destacables cambios en el uso de la tierra pasando de cereales de invierno (trigo mayoritariamente) a cultivos intensivos como frutas, hortalizas, industriales o cereales de primavera (maíz), y un notable aumento de los rendimientos agrarios (Cazcarro et al., 2015a). Según Gil Olcina (2001), esta fuerte expansión del regadío se debe también a la extracción de agua subterráneas, dado el creciente uso de electrobombas y de bombas con eje vertical. En consecuencia, la producción en regadío pasó de ser el 33% de la producción total en 1955 al 52% en 1970 (Cazcarro et al., 2015b; MAPA, varios años).

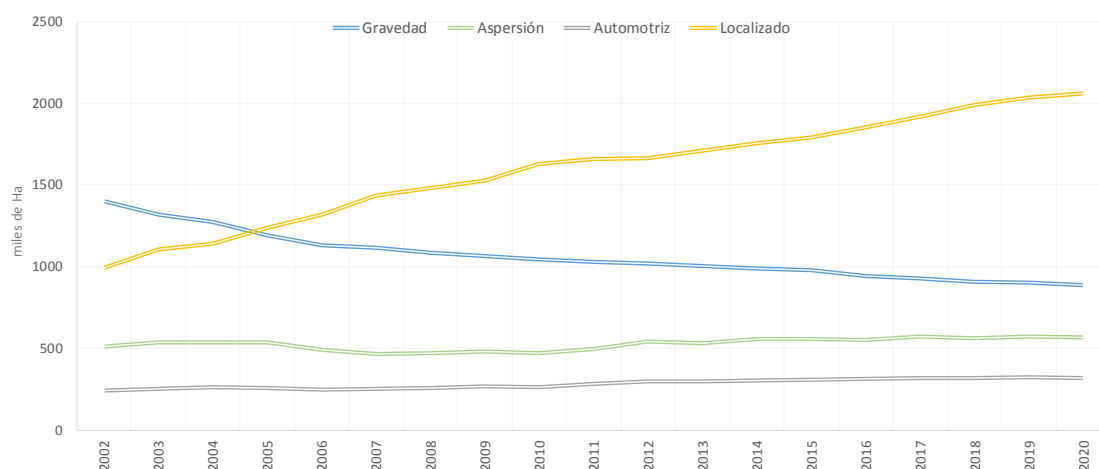
Como puede verse en las Figura 2 y Figura 3, el inicio del periodo democrático supuso un freno a la expansión de la capacidad de embalse y de la superficie de regadío. En media

crecieron al 1,4% y 0,4% anual entre 1970 y 1990, respectivamente. La producción en regadío pasó del 52% sobre el total en 1970, a aproximadamente el 60% hacia 1990 (MAPA, varios años). Con la democracia, y especialmente con el proceso de adhesión a la CEE, bajo la influencia de las tendencias internacionales que exigían tener en cuenta la calidad de los recursos y perfilaban una política ambiental europea, se comenzó a diseñar un modelo de gestión del agua más centrado en la demanda, más orientado hacia la mejora en la eficiencia, forzado por la situación crítica que se había generado con las políticas de oferta del siglo XX. Este proceso no estuvo exento de conflictos, especialmente por las transferencias de agua intercuenas o por la resistencia local a la construcción de nuevos embalses (Cazcarro et al., 2015a). Además, la gestión de los recursos hídricos tuvo que adaptarse a la nueva organización territorial autonómica, primando la gestión de cuenca de las ya existentes Confederaciones Hidrográficas sobre la nueva división territorial. Todo ello se plasmó en la Ley de Aguas de 1985 (García-Mollá et al., 2019).

A pesar de que existieron planteamientos para una gestión del agua más centrada en la demanda, los PHN que siguieron a la Ley de Aguas volvieron a estar centrados en la vieja idea republicana de interconectar las cuencas hidrológicas a través de trasvases. En concreto, el PHN de 1993 tenía previsto la construcción de 150 pantanos, el trasvase de 3768 millones de metros cúbicos en base a los principios de solidaridad y cohesión y la creación de 600000 nuevas hectáreas de regadío (Lopez-Gunn, 2009). De acuerdo con Lopez-Gunn (2009), el hecho de que el agua fuese concebido como un activo no sólo económico, sino también ambiental, y la fuerza de los movimientos de oposición en algunas comunidades tumbaron el proyecto. El PHN de 2001 introdujo de nuevo la idea de los trasvases y de aunar las demandas con un incremento de la oferta en algunas regiones del país. Tenía previsto transferir alrededor de 485 millones de metros cúbicos de la cuenca del Ebro a las regiones mediterráneas, y construir 100 nuevos embalses. La fuerte oposición pública al proyecto, junto con el cambio de gobierno en 2004, hicieron que nunca se llevase a cabo (Lopez-Gunn, 2009). Ya en 2005, el nuevo gobierno aprobó el Programa Agua que, basado en la reutilización, la desalación y la modernización del regadío, se centró en la provisión de recursos hídricos en las regiones más áridas del país y también en mejorar la productividad del agua (Bernabé-Crespo et al., 2019; García-Mollá et al., 2019; Lopez-Gunn, 2009).

Así, entre 1990 y 2005 la capacidad acumulada de embalse en España creció al 0,8% anual, la tasa más baja observada para el periodo analizado (Figura 2). Sin embargo, la superficie equipada para regadío lo hizo al 1,8% anual entre 1990 y 2012, mostrando un elevado dinamismo, sólo superado por la gran expansión franquista (Figura 3). La modernización de regadíos, fuertemente financiada por el sector público y basada en gran medida en el uso de aguas subterráneas (Esteban y Albiac 2012), estaría tras esta disociación entre capacidad de embalse y superficie de regadío, nunca antes encontrada desde 1880.

Figura 4: Evolución de la superficie regada por tipo de riego, 2002-2020



Fuente: elaboración propia a partir de MAPA (varios años)

Como puede observarse en la Figura 4, entre 2002 y 2020 se produjo un notable cambio compositivo de los sistemas de riego. El riego localizado se duplicó, creciendo al 4,1% anual en media, mientras que el riego por gravedad cayó al 2,5% cada año. Ello supuso que el riego localizado pasase de ser el 45% del total en 2002 al 54% en la actualidad. Por el contrario, el riego por gravedad se movió del 33% al 23%. El Plan Nacional de Regadíos de 1996 y el Plan de Choque de Modernización de Regadíos de 2006 tuvieron un papel crucial para explicar estos cambios. Posteriormente, las restricciones presupuestarias derivadas del contexto de crisis económica frenaron el proceso de modernización, a pesar de la aprobación de la Estrategia Nacional para la Modernización Sostenible de los Regadíos en 2010 (Gómez-Limón y Villanueva, 2017). Estos planes se diseñaron e implementaron con la premisa del ahorro de agua, la mejora de la productividad del agua en la agricultura y el aumento de su competitividad. Sin embargo, existe un intenso debate acerca de si ello ha podido suponer un efecto rebote, incrementando los consumos de agua derivados de la mayor superficie de regadío y mayor

producción, de un cambio en los patrones productivos, transformando cultivos de secano en regadío como sería el olivar intensivo en Andalucía, o de una reorientación de los ahorros hacia nuevas demandas (García-Mollá et al., 2019). No obstante, no es posible inferir un efecto rebote para la modernización del regadío en España a nivel general (Berbel et al., 2017; Gómez-Espín, 2019).

Así, por la vía de la oferta, el incremento de la producción de regadío fue de la mano de la expansión de la superficie y la reciente modernización de los sistemas de riego. El cambio en los usos del suelo hacia productos de alto valor añadido como frutas, hortalizas o aceite de oliva también ha tenido un papel destacable. Según Cazcarro et al. (2015a), desde mitad del siglo XX la producción en regadío ha pasado del 58% al 90% para los frutales, del 83% al 99% para los cultivos hortícolas y del 7% al 30% para el olivar. Por la vía de la demanda, la creciente demanda doméstica y la integración de la agricultura española en los mercados internacionales, especialmente a partir de la incorporación de España en la CEE en 1986, impulsaron el aumento de la producción de regadío.

Históricamente ha sido posible observar una doble reorientación productiva y geográfica (Martín-Retortillo et al., 2020). En términos regionales, el crecimiento de la producción nacional se centró en áreas del sur y sureste del país. La producción aumentó fuertemente en las áreas más áridas (con menos de 600 mm de lluvia al año), cuyo peso sobre el total nacional pasó del 62% en 1955 al 77% en 2010 (Cazcarro et al., 2015b). En términos productivos, la producción ha tendido a concentrarse en los cultivos más rentables en los mercados, a su vez, grandes consumidores de agua. Por ejemplo, se observa una significativa concentración en los vegetales, que pasaron del 10% al 32% de la producción total entre 1955 y 2005/2010.

4. Los impactos del proceso de desarrollo agrario sobre los recursos hídricos

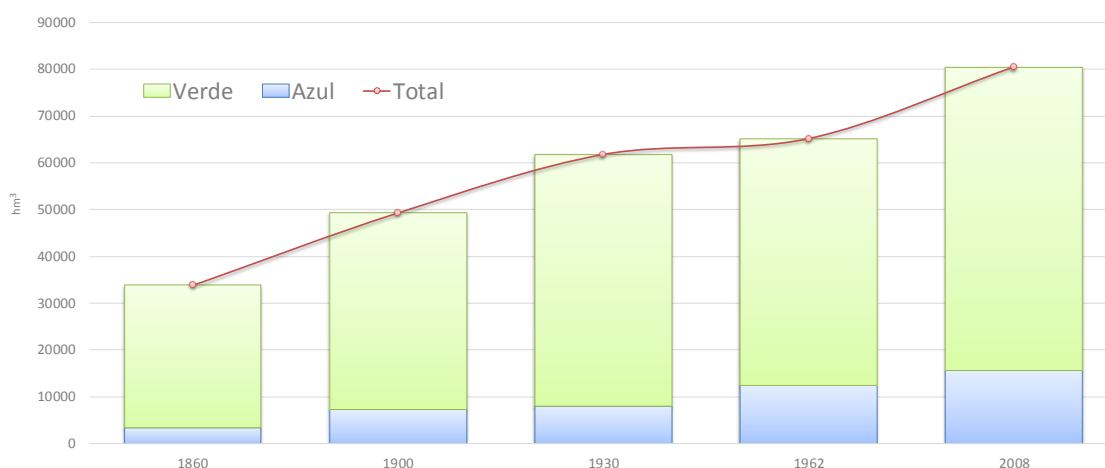
Pasamos a evaluar las presiones generadas sobre los recursos hídricos a través de los conceptos de huella hídrica y agua virtual. Para ello, tendremos en cuenta la expansión de la producción agraria, así como su creciente presencia en los mercados internacionales.

Como vemos en la Figura 5, el consumo de agua creció fuertemente, multiplicándose por 2,4 entre 1860 y 2008 (Duarte et al., 2014b). Hasta 1930 el incremento de la huella hídrica agraria española fue moderado, frenándose en la Guerra Civil y en el periodo autárquico franquista. Fue a partir de 1962 cuando el consumo de recursos hídricos aumentó

exponencialmente, impulsado por el aumento de la producción y la integración de la agricultura española en los mercados internacionales.

Los análisis de descomposición, que de forma novedosa introdujeron los autores de este trabajo como herramienta de análisis para la historia ambiental, nos permiten aproximarnos a la cuantificación de los principales factores explicativos de estos cambios (Duarte et al., 2014b, 2014c). La gran extensión de la escala de producción fue la principal responsable de las presiones crecientes sobre el agua. Este impulso sólo fue frenado por los cambios productivos de la época y por el incremento de los rendimientos agrarios, notable desde 1962 debido a la introducción de fertilizantes, pesticidas o semillas híbridas (Duarte et al., 2014b). En este sentido, la productividad aparente del agua (unidad monetaria/m³) aumentó notablemente, multiplicándose por 1,5 entre 1955 y 2005/2010 (Cazcarro et al., 2019).

Figura 5: Agua incorporada en la producción agraria española, 1860-2008



Fuente: elaboración propia a partir de Duarte et al. (2014b)

El agua verde siempre ha sido el componente con más peso (Figura 5). A modo de ejemplo, los cereales representaban en torno al 30% del consumo de agua verde hasta los sesenta. El crecimiento de la renta por habitante y los cambios nutricionales, se tradujeron en un cambio composicional hacia un mayor protagonismo de los productos cárnicos, que representaban en torno al 33% del agua verde total a principios del siglo XXI. Los lácteos y huevos, que hacia 2008 suponía un 17% del consumo agrario de agua verde (Duarte et al., 2014b), mostraron un crecimiento notable, aunque tardío (Collantes, 2014; Hernández Adell, 2012).

Pese a tener un peso menor, la huella hídrica azul aumentó de forma muy destacable desde finales del siglo XIX (Figura 5), en gran parte asociada a la gran expansión del regadío. La apertura del país al comercio exterior, también supuso fuertes presiones sobre el recurso (Duarte et al., 2016a). Durante todo el periodo, las frutas y vegetales representaron un 30% del consumo de agua azul. El arroz o el algodón también tuvieron un peso importante, especialmente durante el Franquismo, al tratarse de productos protegidos. La productividad aparente del agua azul y verde siguió una senda creciente desde 1955, pero la primera fue cinco veces superior a la segunda durante toda la segunda mitad del siglo XX. Los mayores incrementos de la productividad del agua se dieron en aquellos productos para los que el regadío se desarrolló de forma más intensa, es decir, frutas, hortalizas y olivar (Cazcarro et al., 2019).

Geográficamente, los impactos históricos sobre el agua no han sido homogéneos. Desde mitad del siglo XX, aproximadamente el 75% de la huella hídrica azul se da en las regiones más áridas, las cuales concentran el 90% de las huellas hídricas de frutales y hortalizas, el 53% de los forrajes y casi el 100% del olivar. Por el contrario, ha descendido el peso de las provincias húmedas del norte o de otras mediterráneas como Barcelona, Valencia o Girona en la huella hídrica nacional (Cazcarro et al., 2015b).

A día de hoy, la huella hídrica agraria por habitante ($1762 \text{ m}^3/\text{persona}$) de España es 1,4 y 1,7 veces superior a la media mundial y europea, respectivamente. Sólo Bulgaria, Hungría y Rumanía alcanzarían cifras similares, siendo 1,5 veces mayor que la de Portugal o el doble que la huella italiana (Mekonnen y Hoekstra, 2011). Las tensiones entre dotación de recursos y demandas de agua implican que una parte del país está en situación de estrés hídrico, con 22 provincias en las que se consume más del 30% del agua disponible en la actualidad (Cazcarro et al., 2015b). En este sentido, Vila-Traver et al. (2021) encuentran un incremento de largo plazo en los requerimientos hídricos de los cultivos principalmente explicado por el cambio climático. Estos autores observan un aumento histórico del consumo de agua azul y del estrés hídrico de las áreas de secano, especialmente relevante en el sur de España, en periodos de primavera y verano, y vinculado a los cultivos leñosos. Así, las variaciones espaciales y temporales productivas también tendrían un papel muy relevante para explicar estas presiones sobre el agua.

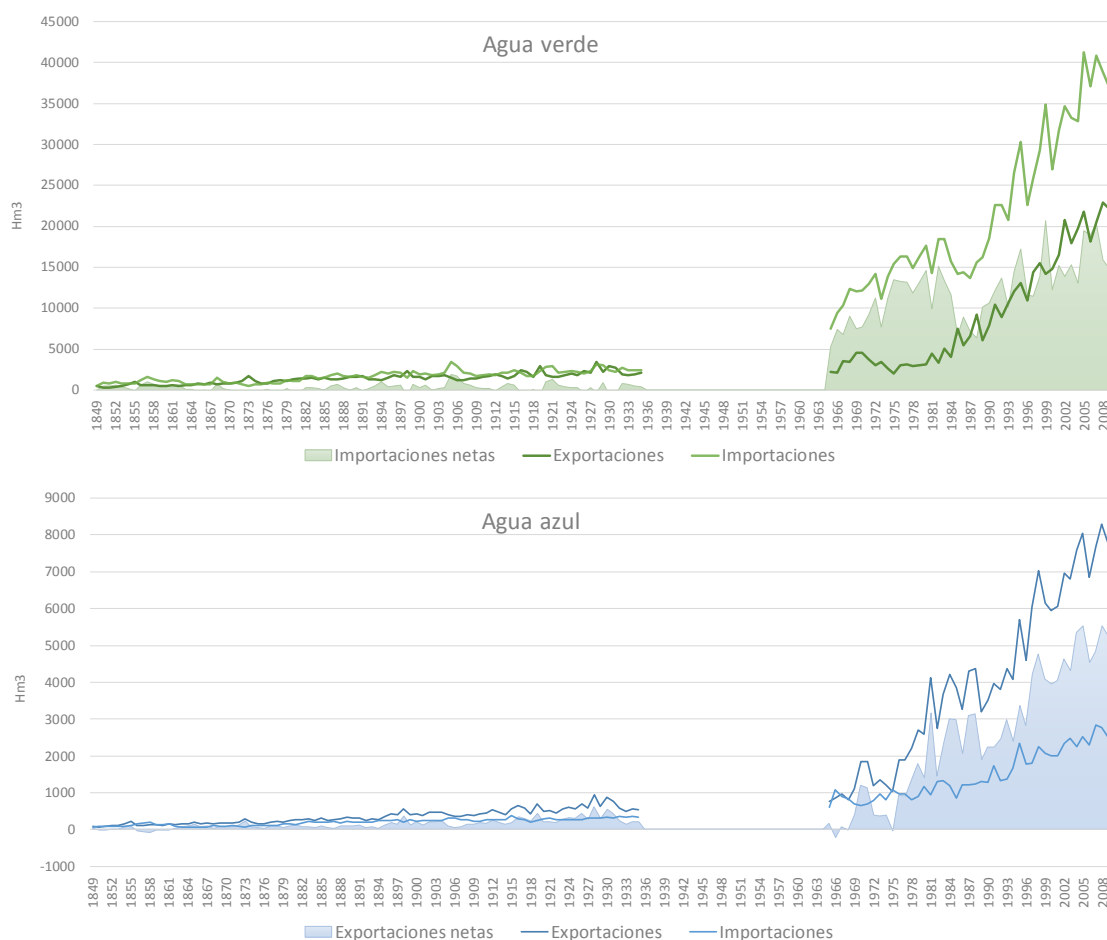
Como hemos señalado, uno de los principales motores de las presiones sobre los recursos hídricos ha sido la gradual globalización del sistema agrario español. Siendo el agua un

recurso con un fuerte carácter local, resulta necesario evaluar cómo se intercambia incorporada en los flujos de comercio. Entre 1849 y 1935, la importancia de los productos agroalimentarios en el comercio internacional fue notable, alcanzando cuotas de alrededor del 70% de las exportaciones a nivel mundial (Lewis, 1952). España fue un destacable exportador de productos agroalimentarios, suponiendo entre 1900 y 1935 aproximadamente un tercio de las exportaciones de estos bienes a nivel mundial (Ramón 2000; Pinilla y Ayuda 2010). En consecuencia, el consumo de agua asociado a la producción exportadora se multiplicó por 4,4 entre 1850 y 1930 (Duarte et al., 2014c). De la mano de importaciones ocasionales de productos básicos como el trigo (Gallego, 2003), y de otros que no se podían producir en el país por los condicionantes climáticos (café, té o cacao), las importaciones de agua virtual crecieron al 2,7% anual entre 1869 y 1929 (Duarte et al., 2014c).

Durante la dictadura franquista, la expansión comercial de la agricultura española se produjo a un ritmo más lento (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) debido a los años de aislamiento autárquico (Clar et al., 2015). El PEL de 1959 supuso el despegue de las exportaciones agroalimentarias españolas, proceso que culminó con la incorporación a la CEE en 1986. Ello supuso fuertes impactos sobre el agua. Alrededor del 75% del crecimiento del consumo de agua asociado a los flujos comerciales se produjo desde 1986 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) En media las exportaciones de agua azul crecieron al 5,4% a partir de 1965; las importaciones lo hicieron al 3,4% (Duarte et al., 2016b).

Como muestra del alcance del fenómeno, las exportaciones de agua azul españolas suponían en el periodo 1965-2000 alrededor del 32% de las europeas (Duarte et al., 2016a). Si consideramos las orillas norte, sur y este de la cuenca mediterránea, España representó en media alrededor del 40% de las exportaciones de agua azul incorporada en productos mediterráneos entre 1910 y 2010, superando el 50% en la actualidad (Duarte et al., 2021). En este proceso, la expansión de la superficie de regadío y la integración en los mercados intracomunitarios tras la incorporación a la CEE fueron clave (Duarte et al., 2021). Más recientemente, el desacoplamiento de las ayudas de la PAC, producido a partir de la reforma de 2003, impulsó el comercio de productos altamente intensivos en agua a países extra europeos, generando presiones adicionales (Serrano y Valbuena, 2021).

Figura 6: Evolución del agua incorporada en las exportaciones e importaciones españolas de productos agroalimentarios y su saldo, 1849-2010.



Fuente: elaboración propia a partir de Duarte et al. (2016a, 2014c)

España destaca como un exportador neto de agua azul desde 1862 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), fuertemente vinculado primero a la exportación de vino, desde finales del siglo XIX a la venta de productos hortofrutícolas, y más recientemente del olivar. El agua azul incorporada en las exportaciones pasó de representar un 5% del agua azul total necesaria para producir bienes agrarios en 1860 a un 16% en 1930 (Duarte et al., 2014c) y a un 30% a principios del siglo XXI (Duarte et al., 2016a). Además, mientras que aproximadamente un 31% del incremento del consumo de agua azul en la agricultura se explica por el crecimiento de las exportaciones entre 1860 y 1930 (Duarte et al., 2014c), esta cifra alcanza el 85% para el periodo 1965-2010 (Duarte et al., 2016a). Sin embargo, España se muestra como importadora neta de agua verde desde 1860, lo cual se explica por las compras de productos que no era posible producir y de forrajes para satisfacer las demandas de un sector ganadero en expansión.

5. Conclusiones

A lo largo de este capítulo se ha realizado un recorrido por los principales hitos que han impulsado el desarrollo agrario en España durante el último siglo, profundamente ligado al proceso de transformación económica y social, y a las opciones políticas y territoriales de cada momento histórico.

Si algo puede caracterizar la evolución del sector agrario español desde mitades del siglo XIX, y particularmente, desde la segunda parte del siglo XX, es el radical cambio tecnológico (y estructural) que ha permitido transitar de una agricultura fuertemente centrada en el abastecimiento de las necesidades de la creciente población y altamente dependiente de las irregularidades climáticas y territoriales, hacia la consolidación de un sector altamente competitivo internacionalmente, con producciones tecnificadas en la mayor parte de los territorios, y destacado exportador de productos de elevado valor añadido. La expansión e intensificación del regadío es el motor fundamental de una transformación agraria sin precedentes en España.

La irregularidad climática, así como la necesidad inicial de asegurar el abastecimiento alimentario de la población doméstica, empujó una política de oferta centrada en el desarrollo de grandes infraestructuras hidráulicas y creación y modernización de sistemas de regadío que permitieran garantizar una oferta hídrica suficiente para un sector en el que España podía contar con cierta ventaja comparativa.

El enorme esfuerzo inversor, de naturaleza fundamentalmente pública, consolidó la ampliación de la superficie agraria y la puesta en marcha y transformación de regadíos hacia una agricultura orientada hacia las frutas y hortalizas que se posicionaron notablemente en los mercados internacionales. La mejora de la renta per cápita y la transformación social desde finales de los 60, y especialmente, la integración de España en el mercado común europeo, favoreció el escalamiento (*upgrading*) de la producción agraria, y un claro cambio del sector hacia productos de mayor elasticidad renta como los productos transformados agroalimentarios y ganaderos.

Este proceso de transformación agraria ha tenido un claro impacto en el medio hídrico. La expansión e intensificación del regadío implicaron crecientes demandas de agua regulada en grandes áreas del territorio, a las que se respondía mediante la construcción de infraestructuras. El consumo de agua verde, pero especialmente de agua azul, creció

de forma exponencial desde los años 60, fundamentalmente ligado al comercio internacional de productos hortofrutícolas y ganaderos muy intensivos en agua.

La presión sobre los recursos superficiales, la sobreexplotación de acuíferos, la contaminación difusa ligada a la intensificación agraria, o las emisiones de la actividad ganadera, han condicionado la sostenibilidad de los sistemas ambientales y la viabilidad a largo plazo de la actividad económica y social de los territorios.

Estas presiones fueron la también base de una creciente contestación social a las llamadas “políticas de oferta” en el contexto de una política ambiental europea que ponía en el centro del debate el valor del recurso. Este nuevo contexto social e institucional, y la pérdida de peso relativo del sector en la economía española desde los 80 (aumentando por tanto la percepción del coste de oportunidad de las inversiones que habían caracterizado la vieja política de oferta), contribuyeron a un viraje hacia las llamadas “políticas de demanda”, orientadas hacia la mejora de la gestión y la eficiencia en el uso del agua en un contexto de escasez.

Es en este marco donde cobran especial sentido los conceptos de huella hídrica, agua virtual, agua exportada o agua importada, como indicadores de las presiones sobre el recurso y, fundamentalmente, como elementos de discusión para una gestión global de los recursos ambientales. Avanzar hacia los objetivos de desarrollo económico, social, y ambiental en los territorios requiere reconocer el papel central del sector agrario y agroalimentario en las economías (más allá de su importancia directa en la renta o el empleo) e identificar sus oportunidades de desarrollo. La valoración de su contribución a la sociedad, sus necesidades de recursos, pero también de los impactos asociados, son pasos fundamentales para el diseño de modelos de gestión que avancen en dichos objetivos.

6. Bibliografía

- Aldaya, M.M., Rodriguez, C.I., Fernandez-Poulussen, A., Merchan, D., Beriain, M.J., Llamas, R., 2020. Grey water footprint as an indicator for diffuse nitrogen pollution: The case of Navarra, Spain. *Science of The Total Environment* 698, 134338. doi:10.1016/J.SCITOTENV.2019.134338
- Allan, J.A., Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., Mekonnen, M.M., Federico, G., Schandl, H., Schulz, N., 1997. ‘Virtual water’: A Long Term Solution for Water Short Middle Eastern Economies. *British Association Festival of Science. University of Leeds* 9, 203-221. doi:10.1016/S0921-8009(02)00031-9

- AQUASTAT, 2021. AQUASTAT database [WWW Document]. URL <http://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html?lang=en> (accedido 7.14.21).
- Ayuda, M., Ferrer-Pérez, H., Pinilla, V., 2020. Explaining World Wine Exports in the First Wave of Globalization, 1848-1938. *Journal of Wine Economics* 15, 263-283. doi:10.1017/jwe.2020.4
- Barciela, C., 1986. Introducción [segunda parte], en: Garrabou, R., Barciela, C., Jimenez-Blanco, J.I. (Eds.), *Historia agraria de la España contemporánea*. 3. El fin de la agricultura tradicional (1900-1960). Crítica, Barcelona, pp. 9-141.
- Berbel, J., Gómez-limón, J.A., Gutiérrez-Martín, C., 2017. Modernización de regadíos y ahorro de agua, en: Berbel, J., Gutiérrez-Marín, C. (Eds.), *Efectos de la modernización de regadíos en España*. Cajamar Caja Rural, Almería.
- Bernabé-Crespo, M.B., Gil-Meseguer, E., Gómez-Espín, J.M., 2019. Desalination and water security in Southeastern Spain. *Journal of Political Ecology* 26, 486-499.
- Bringas, M.Á., 2000. La productividad de los factores en la agricultura española (1752-1935), *Estudios de Historia Económica*. Madrid.
- Calatayud, S., Martínez-Carrión, J.M., 2005. El cambio tecnológico en el uso de las aguas subterráneas en la España del siglo XX. Un enfoque regional. *Revista de Historia Industrial* 25, 51-116.
- Calatayud, S., Martínez-Carrión, J.M., 1998. El cambio técnico en los sistemas de captación e impulsión de aguas subterráneas para riego en la España mediterránea, en: Garrabou, R., Naredo, J.M. (Eds.), *El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*. Fundación Argentaria & Visor, Madrid.
- Cazcarro, I., Duarte, R., Martín-Retortillo, M., Pinilla, V., Serrano, A., 2015b. How Sustainable is the Increase in the Water Footprint of the Spanish Agricultural Sector? A Provincial Analysis between 1955 and 2005–2010. *Sustainability* 7, 5094-5119. doi:10.3390/su7055094
- Cazcarro, I., Duarte, R., Martín-Retortillo, M., Pinilla, Vicente, Serrano, A., 2015a. Water scarcity and agricultural growth: from curse to blessing? A case study of Spain, en: Badía-Miró, M., Pinilla, V, Willebald, H. (Eds.), *Natural Resources and Economic Growth: Learning from history*. Routledge, Taylor & Francis, New York, US, pp. 339-361.
- Cazcarro, I., Duarte, R., Sánchez-Chóliz, J., 2016. Downscaling the grey water footprints of production and consumption. *Journal of Cleaner Production* 132, 171-183. doi:10.1016/j.jclepro.2015.07.113
- Cazcarro, I., Martín-Retortillo, M., Serrano, A., 2019. Reallocating regional water apparent productivity in the long term: methodological contributions and application for Spain. *Regional Environmental Change* 19, 1455-1468. doi:10.1007/s10113-019-01485-9
- Chazarra Bernabé, A., Flórez García, E., Peraza Sánchez, B., Tohá Rebull, T., Lorenzo Mariño, B., Criado Pinto, E., Moreno García, J.V., Romero Fresneda, R., Botey Fullat, R., 2018. *Mapas climáticos de España (1981-2010) y ETo (1996-2016)*. Madrid.

- Chico, D., Garrido, A., 2012. Overview of the extended water footprint in Spain: The importance of agricultural water consumption in the Spanish economy, en: Stefano, L. De, Llamas, M.R. (Eds.), *Water, Agriculture and the Environment in Spain: can we square the circle? - contents*. Taylor & Francis Group, London, UK.
- Christiansen, T., 2012. The reason why: the post civil-war agrarian crisis in Spain, en: *Monografías de Historia rural*, 9. Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza.
- Clar, E., Martín-Retortillo, M., Pinilla, V., 2018. The Spanish path of agrarian change, 1950–2005: From authoritarian to export-oriented productivism. *Journal of Agrarian Change* 18, 324-347. doi:10.1111/joac.12220
- Clar, E., Pinilla, V., 2009. The contribution of agriculture to Spanish economic development, en: Lains, P., Pinilla, V. (Eds.), *Agriculture and Economic Development in Europe since 1870*. Routledg, Londres, pp. 311-332.
- Clar, E., Serrano, R., Pinilla, V., 2015. El comercio agroalimentario español en la segunda globalización, 1951-2011. *Historia Agraria* 149-186.
- Collantes, F., 2014. La evolución del consumo de productos lácteos en España, 1952-2007. *Revista de Historia Industrial* 55, 103-134.
- Collantes, F., Pinilla, V., 2019. ¿Lugares que no importan? La despoblación de la España rural desde 1900 a nuestros días. Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza.
- Dalin, C., Konar, M., Hanasaki, N., Rinaldo, A., Rodriguez-Iturbe, I., 2012. Evolution of the global virtual water trade network. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 5989-5994. doi:10.1073/pnas.1203176109
- de Miguel, Á., Hoekstra, A.Y., García-Calvo, E., 2015. Sustainability of the water footprint of the Spanish pork industry. *Ecological Indicators* 57, 465-474. doi:10.1016/j.ecolind.2015.05.023
- Duarte, R., Pinilla, V., Serrano, A., 2021. The globalization of Mediterranean agriculture: A long-term view of the impact on water consumption. *Ecological Economics* 183, 106964. doi:10.1016/j.ecolecon.2021.106964
- Duarte, R., Pinilla, V., Serrano, A., 2019. Long Term Drivers of Global Virtual Water Trade: A Trade Gravity Approach for 1965–2010. *Ecological Economics* 156, 318-326. doi:10.1016/j.ecolecon.2018.10.012
- Duarte, R., Pinilla, V., Serrano, A., 2016a. Globalization and natural resources: the expansion of the Spanish agrifood trade and its impact on water consumption, 1965–2010. *Regional Environmental Change* 16, 259-272. doi:10.1007/s10113-014-0752-3
- Duarte, R., Pinilla, V., Serrano, A., 2016b. Understanding agricultural virtual water flows in the world from an economic perspective: A long term study. *Ecological Indicators* 61, 980-990. doi:10.1016/j.ecolind.2015.10.056
- Duarte, R., Pinilla, V., Serrano, A., 2014a. Looking backward to look forward: water use and economic growth from a long-term perspective. *Applied Economics* 46, 212-224. doi:10.1080/00036846.2013.844329
- Duarte, R., Pinilla, V., Serrano, A., 2014b. The water footprint of the Spanish

- agricultural sector: 1860–2010. *Ecological Economics* 108, 200-207.
doi:10.1016/j.ecolecon.2014.10.020
- Duarte, R., Pinilla, V., Serrano, A., 2014c. The effect of globalisation on water consumption: A case study of the Spanish virtual water trade, 1849–1935. *Ecological Economics* 100, 96-105. doi:10.1016/j.ecolecon.2014.01.020
- Esteban, E., Albiac, J., 2012. The problem of sustainable groundwater management: the case of La Mancha aquifers, Spain. *Hydrogeology Journal* 20, 851-863.
doi:10.1007/s10040-012-0853-3
- FAO, 2021a. FAOSTAT: Statistical database. FAOSTAT: Statistical database.
doi:10.1023/b:ebfi.0000005821.84563.84
- FAO, 2021b. Geo-referenced Database on Dams [WWW Document]. AQUASTAT - FAO's Global Information System on Water and Agriculture. URL
<http://www.fao.org/aquastat/en/databases/dams> (accedido 7.14.21).
- FAO, s. f. Trade Yearbook. FAO, Rome.
- Federico, G., 2005. *Feeding the World: An Economic History of World Agriculture, 1800-2000*. Princeton University Press, Princeton.
- Feng, K., Chapagain, A.K., Suh, S., Pfister, S., Hubacek, K., 2011. Comparison of bottom-up and top-down approaches to calculating the water footprints of nations. *Economic Systems Research* 23, 371-385.
- Gallego, D., 2003. Los aranceles, la política de comercio exterior y la estabilidad de la agricultura española (1870-1914). *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros* 198, 9-74.
- Gallego, D., 2001. Historia de un desarrollo pausado: integración mercantil y transformaciones productivas de la agricultura española (1800-1936), en: *El pozo de todos los males. Sobre el atraso en la agricultura española contemporánea*. Crítica, Barcelona, pp. 147-214.
- Gallego, D., Pinilla, V., 1996. Del librecambio matizado al proteccionismo selectivo: el comercio exterior de productos agrarios y alimentos en España entre 1849 y 1915. *Revista de Historia Económica* XIV, 371-420 y 619-639.
- García-Mollá, M., Sanchis-Ibor, C., Avellà-Reus, L., Albiac, J., Isidoro, D., Lecina, S., 2019. Spain, en: Molle, F., Sanchis-Ibor, C., Avellà-Reus, L. (Eds.), *Irrigation in the Mediterranean. Technologies, Institutions and Policies*. Springer, pp. 89-121.
doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-030-03698-0>
- García Sanz, A., 1985. Crisis de la agricultura tradicional y revolución liberal, en: Garrabou, R., García Sanz, A. (Eds.), *Historia agraria de la España contemporánea*, vol. 2. Cambio social y nuevas formas de propiedad (1800-1850). Crítica, Barcelona, pp. 7-99.
- Garrabou, R., 1994. Revolución o revoluciones agrarias en el siglo XIX: su difusión en el mundo mediterráneo, en: Sánchez Picón, A. (Ed.), *Agriculturas mediterráneas y mundo campesino : cambios históricos y retos actuales : actas de las Jornadas de Historia Agraria*. Almería, pp. 95-109.
- Garrido, A., Llamas, M.R., Varela-Ortega, C., Novo, P., Rodríguez-Casado, R., Aldaya,

- M.M., 2010. Water Footprint and Virtual Water Trade in Spain: Policy Implications, Natural Resource Management and Policy. Springer- Fundación Marcelino Botín.
- Gil Olcina, A., 2001. Del Plan General de 1902 a la planificación hidrológica. *Investigaciones Geográficas*; Núm. 25. doi:10.14198/INGEO2001.25.03
- Gómez-Espín, J.M., 2019. Modernization of irrigation in Spain: experiences in control, saving and effectiveness in the use of water for agriculture. *Agua y Territorio* 13, 69-76. doi:<https://doi.org/10.17561/at.13.3972>
- Gómez-Limón, J.A., Villanueva, A.J., 2017. La Política Agraria Común y la modernización de regadíos, en: Berbel, J., Gutiérrez-Marín, C. (Eds.), *Efectos de la modernización de regadíos en España*. Cajamar Caja Rural, Almería.
- González de Molina, M., 2001. Condicionamientos ambientales del crecimiento agrario español (siglos XIX y XX). Pujol, J.; González de Molina, M.; Fernández Prieto, L 43-94.
- Hernández Adell, I., 2012. La difusión de un nuevo alimento: producción y consumo de leche en España, 1865-1936. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Hidráulicas, D.G. de O., 1992. Inventario de presas españolas. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- Hoekstra, A.Y., 2019. Green-blue water accounting in a soil water balance. *Advances in Water Resources* 129, 112-117. doi:<https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2019.05.012>
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., Mekonnen, M.M., 2011. The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Earthscan, London, UK.
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., 2005. Globalisation of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change* 15, 45-56. doi:10.1016/j.gloenvcha.2004.06.004
- Konar, M., Dalin, C., Hanasaki, N., Rinaldo, A., Rodriguez-Iturbe, I., 2012. Temporal dynamics of blue and green virtual water trade networks. *Water Resources Research* 48, n/a--n/a. doi:10.1029/2012WR011959
- Lewis, W.A., 1952. World Production, Prices and Trade, 1870–1960. *The Manchester School* 20, 105-138. doi:10.1111/j.1467-9957.1952.tb00833.x
- Lopez-Gunn, E., 2009. Agua para todos: A new regionalist hydraulic paradigm in Spain. *Water Alternatives* 2, 370-394.
- MAPA, 2017. Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivo (ESYRCE), Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente Secretaría General Técnica Centro de Publicaciones Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado: <http://publicacionesoficiales.boe.es/>. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- MAPA, s. f. Anuario de estadística agraria [WWW Document]. URL <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/>
- Martín-Retortillo, M., Pinilla, V., 2015. Patterns and causes of the growth of European agricultural production, 1950 to 2005. *Agricultural History Review* 63.

- Martín-Retortillo, M., Serrano, A., Cazcarro, I., 2020. Double concentration explaining the outstanding increase in the Spanish agricultural production. *Spanish Journal of Agricultural Research* 18. doi:10.5424/sjar/2020183-15760
- Mekonnen, M., Hoekstra, A.Y., 2012. A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems* 15, 401-415.
- Mekonnen, M., Hoekstra, A.Y., 2011a. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 15, 1577-1600.
- Mekonnen, M., Hoekstra, A.Y., 2011b. National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption (No. 5o. Volume 1: Main report), Value of Water Research Report Series.
- Oñate, J.J., 2009. Regadío y ecología: exigencias medio ambientales, en: Gómez-Limón, J.A., Calatrava, J., Garrido, A., Sáez, F.J., Xabadia, A. (Eds.), *La economía del agua de riego en España*. Fundación Cajamar, El Ejido.
- Pinilla, V., 2008. *Gestión y usos del agua en la cuenca del Ebro en el siglo XX*. Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza.
- Pinilla, V., 2006. The development of irrigated agriculture in twentieth-century Spain: a case study of the Ebro basin. *Agricultural History Review*, Volume 54, 122-141.
- Pinilla, V., Ayuda, M.-I., 2010. Taking advantage of globalization? Spain and the building of the international market in Mediterranean horticultural products, 1850–1935. *European Review of Economic History* 14, 239-274. doi:10.1017/S136149161000002X
- Pinilla, V., Ayuda, M.I., 2002. The political economy of the wine trade: Spanish exports and the international market, 1890–1935. *European Review of Economic History*. doi:10.1017/S1361491602000035
- Pinilla, V., Serrano, R., 2008. The Agricultural and Food Trade in the First Globalization: Spanish Table Wine Exports 1871 to 1935 – A Case Study. *Journal of Wine Economics* 3, 132-148. doi:DOI: 10.1017/S1931436100001176
- Ramón-Muñoz, R., 2000. Specialization in the international market for olive oil before World War II, en: Pamuk, S., Williamson, J.G. (Eds.), *The Mediterranean Response to Globalization before 1950*, Routledge Explorations in Economic History. Routledge, London, UK, pp. 159-198. doi:doi:10.4324/9780203464755.pt4
- Sánchez-Chóliz, J., Duarte, R., 2004. CO2 emissions embodied in international trade: evidence for Spain. *Energy Policy* 32, 1999-2005. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00199-X
- Sanchis-Ibor, C., Molle, F., Kuper, M., 2020. Irrigation and water governance, en: *Water Resources in the Mediterranean Region*. Elsevier, pp. 77-106. doi:10.1016/b978-0-12-818086-0.00004-2
- Santiago-Caballero, C., 2013. Trapped by nature: provincial grain yields in Spain in the mid 18th century. *Revista de Historia Económica / Journal of Iberian and Latin American Economic History* 31, 359-386. doi:10.1017/S0212610913000165
- Serrano, A., Valbuena, J., 2021. The effect of decoupling on water resources: Insights

- from European international trade. *Journal of Environmental Management* 279, 111606. doi:10.1016/j.jenvman.2020.111606
- Serrano, R., García-Casarejos, N., Gil-Pareja, S., Llorca-Vivero, R., Pinilla, V., 2015. The internationalisation of the Spanish food industry: the home market effect and European market integration. *Spanish Journal of Agricultural Research*; Vol 13, No 3 (2015). doi:10.5424/sjar/2015133-7501
- Serrano, R., Pinilla, V., 2011. Agricultural and Food Trade in European Union Countries, 1963-2000: A Gravity Equation Approach. *Economies et Sociétés. Série 'Histoire Economique Quantitative'* 43, 191-219.
- Siebert, S., Kumm, M., Porkka, M., Döll, P., Ramankutty, N., Scanlon, B.R., 2015. Historical Irrigation Dataset (HID). doi:doi:/10.13019/M20599
- Swyngedouw, E., 1999. Modernity and Hybridity: Nature, Regeneracionismo, and the Production of the Spanish Waterscape, 1890–1930. *Annals of the Association of American Geographers* 89, 443-465. doi:10.1111/0004-5608.00157
- Tortella, G., 1994. Patterns of economic retardation and recovery in south-western Europe in the nineteenth and twentieth centuries. *The Economic History Review* 47, 1-21. doi:10.1111/j.1468-0289.1994.tb01364.x
- Tuninetti, M., 2018. Water footprint assessment in space and time to support local and global sustainability. *Politecnico di Torino*. doi:10.6092/polito/porto/2706873
- United Nations, 2021. UN comtrade database.
- Vila-Traver, J., Aguilera, E., Infante-Amate, J., González de Molina, M., 2021. Climate change and industrialization as the main drivers of Spanish agriculture water stress. *Science of The Total Environment* 760, 143399. doi:10.1016/J.SCITOTENV.2020.143399