

LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA COMO RESPUESTA DE SUPERVIVENCIA Y MODERNIZACIÓN DEL SECTOR AGRARIO ESPAÑOL

MANUEL PULIDO FERNÁNDEZ¹

RAMÓN GARCÍA MARÍN²

SUSANNE SCHNABEL¹

JOAQUÍN FRANCISCO LAVADO CONTADOR¹

ISABEL MIRALLES MELLADO³

JESÚS BARRENA GONZÁLEZ¹

RESUMEN – España es un país dominado mayoritariamente por un clima de tipo mediterráneo, donde los veranos secos anuales se alternan con períodos largos ocasionales de sequía pluviométrica. Esta irregularidad en el régimen de precipitaciones ha generado graves problemas socioeconómicos a lo largo de la historia, debido al peso que el sector agrario ha tenido, y tiene, en muchas regiones del país. Aquí se presentan algunas maneras con las que el sector agrario se ha ido adaptando a esta limitación ambiental a diferentes escalas (gobierno, región y finca), en particular en la segunda mitad del siglo XX, gracias a los avances tecnológicos. Ejemplos de la planificación gubernamental de conversión de tierras en regadío en base a construcción de embalses o canales, adaptaciones a escala regional de tierras agrícolas, o construcción de infraestructuras clave a nivel de finca para mejorar la productividad de las mismas, son algunos de los casos paradigmáticos aquí tratados.

Palabras clave: Sequías; recursos hídricos; charcas; irrigación; invernaderos.

Recibido: janeiro 2019. Aceite: maio 2019.

¹ Profesores del Departamento de Arte y Ciencias del Territorio, Grupo de Investigación GeoAmbiental, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Extremadura, Av. de la Universidad, s/n, 10071, Cáceres, España. E-mail: mapulidof@unex.es; schnabel@unex.es; frlavado@unex.es

² Profesor Titular del Departamento de Geografía, Facultad de Letras, Universidad de Murcia, Murcia, España. E-mail: ramongm@um.es

³ Personal Investigador Postdoctoral del Departamento de Agronomía, Universidad de Almería, Almería, España. E-mail: imiralles@ual.es

RESUMO – A CONSTRUÇÃO DE INFRASTRUTURAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COMO RESPOSTA DE SOBREVIVÊNCIA E MODERNIZAÇÃO DO SETOR AGRÁRIO ESPANHOL. Espanha é um país dominado maioritariamente por um clima de tipo mediterrânico, onde verões secos anuais alternam com longos períodos ocasionais de seca pluviométrica. Esta irregularidade no regime de precipitações tem gerado graves problemas socioeconómicos ao longo da história, devido ao peso que o setor agrário teve, e tem, em muitas regiões do país. Apresentam-se aqui algumas formas de adaptação do setor agrário a esta limitação ambiental a diferentes escalas (governo, região e explorações agrárias), em particular na segunda metade do século XX, graças aos avanços tecnológicos. Exemplos da planificação governamental de conversão de terras de irrigação sobre a base da construção de barragens ou canais, adaptações à escala regional de terras agrícolas, ou construção de infraestruturas chave no nível das explorações agrícolas para melhorar a produtividade das mesmas, são alguns dos casos paradigmáticos aqui tratados.

Palavras-chave: Secas; recursos hídricos; lagoas; irrigação; estufas.

ABSTRACT – THE CONSTRUCTION OF WATER SUPPLY INFRASTRUCTURES AS A RESPONSE TO THE SURVIVAL AND MODERNIZATION OF THE SPANISH AGRICULTURAL SECTOR. Spain is a country dominated mainly by a Mediterranean climate of, where the annual dry summers alternate with occasional long periods of rainfall drought. This irregularity in the rainfall regime has generated serious socio-economic problems throughout history, due to the weight that the agrarian sector has had, and has, in many regions of the country. This paper presents some ways in which the agrarian sector has adapted to this environmental limitation at different scales (government, region and farm), particularly in the second half of the 20th century thanks to technological advances. Examples of government planning of land conversion into irrigated lands based on the construction of reservoirs or canals, adaptations at the regional scale of agricultural lands, or construction of key infrastructure at the farm level to improve productivity are some of the paradigmatic cases treated here.

Keywords: Droughts; water resources; ponds; irrigation; greenhouses.

RÉSUMÉ – LA CONSTRUCTION D'INFRASTRUCTURES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN RÉPONSE À LA SURVIE ET À LA MODERNISATION DU SECTEUR AGRICOLE ESPAGNOL. L'Espagne est un pays dominé principalement par un climat de type méditerranéen, où les étés secs annuels alternent avec de longues périodes de sécheresse pluviométrique. Cette irrégularité du régime des pluies a généré de graves problèmes socio-économiques au cours de l'histoire, en raison du poids que le secteur agricole a eu dans de nombreuses régions du pays. Ici, on montre comment le secteur agricole a su adapter à cette limitation environnementale à différentes échelles (gouvernement, région et exploitation agricole), en particulier dans la seconde moitié du XXe siècle, grâce aux progrès technologiques. Les exemples de planification gouvernementale de conversion de terres en terres irriguées reposant sur la construction de réservoirs ou de canaux, l'adaptation à l'échelle régionale de terres agricoles ou la construction d'infrastructures clés au niveau de l'exploitation afin d'améliorer leur productivité est l'un des cas paradigmatiques traités ici.

Mots clés: Sécheresses; ressources en eau; étangs; irrigation; serres.

I. INTRODUCCIÓN

La escasez de agua es uno de los principales problemas globales a los que se ha de enfrentar la humanidad en las próximas décadas, tal y como advierten los últimos informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2014). Sin lugar a dudas, la aparición de este tipo de problemas está estrechamente ligada a condicionantes ambientales de tipo climático como la aridez, o la irregularidad propia de regímenes pluviométricos como, por ejemplo, el del clima mediterráneo (Peel, Finlayson, & McMahon, 2007). No en vano, Dai (2011) muestra evidencias de existencia recurrente de sequías desde hace 1 000 años y autores como Práválie (2016) cifran en un 45% de la superficie global y un 38% del total de la población mundial que viven en las denominadas zonas secas, respectivamente. El calentamiento global está suponiendo de facto una migración hacia el norte de las componentes de la circulación general atmosférica (Conesa García & Alonso Sarria, 2006).

Otra componente muy importante con respecto a la existencia de problemas de escasez de agua en un territorio es el tema de la gestión. Por ejemplo, países de clima mediterráneo, y con presencia significativa de zonas áridas, como son Israel y España, están considerados buenos ejemplos de gestión eficiente del agua (Helman, Osem, Yakir, & Lensky, 2017). Este hecho es una prueba evidente de que existen estrategias para aminorar los efectos de la aridez climática, por un lado, y para garantizar agua para el consumo humano, industrial y agrario, por otro. Este trabajo pretende, por tanto, mostrar el caso español de construcción de infraestructuras, que han permitido que regiones agrarias importantes del país como Murcia, Almería o Extremadura sigan manteniendo altas producciones a pesar de su limitación climática.

Tradicionalmente, la sequía ha sido considerada como un riesgo de carácter agrícola, de manera que sus implicaciones sociales y económicas se han buscado de forma preferente en el ámbito rural (Sotelo Navalpotro, Alcolea, García Quiroga, & Sotelo Pérez, 2009). La naturaleza compleja de las secuelas derivadas del fenómeno y su desarrollo a lo largo del tiempo ayuda a que su influencia sobre la práctica agraria sea intensa y variada. Sin embargo, remarcar sólo la incidencia de la sequía sobre las cosechas restringiría bastante la dimensión de los inconvenientes derivados de ella, por indudables y graves que estos sean (García Marín, 2008a).

España ha sido un país tradicionalmente agrario, hasta el ligero despegue del sector industrial a finales del siglo XIX y principios del siglo XX en regiones como Cataluña y el País Vasco (Soto Carmona, 1989) y el desarrollo del sector servicios durante la década de 1960 en grandes ciudades y zonas turísticas de playa (De la Torre & García-Zúñiga, 2013). Desde un punto de vista hídrico, el país pasó de una agricultura de secano, basada en la trilogía mediterránea (cereal, olivo y vid) (Simpson, 1996), a una floreciente agricultura de irrigación (Gómez-Limón, 2008). En el sector ganadero extensivo, los avances en la construcción de sencillas infraestructuras, como son las charcas (Pulido Fernández & Schnabel, 2010), han hecho posible que se hayan reducido prácticas tradicionales de movimientos del ganado como la trashumancia o la transmitancia, además del aumento de las cargas ganaderas en las explotaciones (Escribano, Gaspar, Pulido, de Ledesma, & Mesías, 2006).

La diversidad e importancia del uso de los recursos hídricos es la característica dominante en la actualidad. La generación de energía hidroeléctrica, el aprovisionamiento de agua potable en las poblaciones (Espejo Marín, 2001), junto con el evitar incendios forestales o la contaminación de los cursos fluviales, forman parte de los grandes desafíos de la gestión del agua, que no solo desde el sector agrario, se han de llevar a cabo en pro de una deseada sustentabilidad. Una sociedad en la que criterios ecológicos, y de eficiencia y racionalización de los recursos, son cada vez más considerados, ha de conocer el rol que las infraestructuras han jugado en cada momento histórico.

Este trabajo se inicia, por tanto, con un capítulo contextual en el que se resalta la dominancia histórica de los fenómenos de sequía en España (II) y cómo este problema ha tratado de ser aminorado desde diferentes escalas de actuación: política a nivel regional (III), de gestión en explotaciones agrícolas (IV) y ganaderas (V) e implementando otras formas de cultivo (plasticultura) (VI). Los casos de estudio aquí seleccionados son ejemplos escogidos por razones de un mejor conocimiento por parte de los autores, con los que se pretende ejemplificar los diversos niveles de actuación existentes y sus numerosas estrategias, sin menoscabo de la importancia de otras regiones agrarias (e.g. Cuenca del río Ebro), que han sido clave para comprender la evolución del regadío moderno en el estado español.

II. LAS SEQUÍAS EN ESPAÑA

La presencia de períodos de sequía, o secuencias secas, en gran parte de la Península Ibérica, y en particular en el sureste español (Almería y Murcia), es un fenómeno ambiental recurrente que forma parte de su propia configuración climática (Gil Olcina, 2007). Es decir, se trata de un riesgo climático inherente, cuya periodización (inicio y fin de cada secuencia) no es siempre fácil de datar. No es extraño encontrar, en archivos eclesiásticos y civiles, referencias a largos episodios secos, de hasta 4 años de duración, causantes de situaciones catastróficas y crisis de subsistencia (García Marín, 2008b). Por ejemplo, Cavanilles (1797) hace alusión a los efectos generados por estos episodios en la ordenación de los espacios agrarios en la fachada mediterránea del país.

La preocupación institucional por las sequías, y sus efectos, surge en España, principalmente, a mediados del siglo XIX. Un claro ejemplo fue el Real Decreto de 30 de marzo de 1850 del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, en el que se publicaron las bases de un certamen con 2 premios para las mejores memorias científico-técnicas que presentasen un estudio científico sobre las causas de la sequía en las provincias de Murcia y Almería, y la posibilidad de atenuar sus efectos negativos sobre el bienestar económico y social de las poblaciones (Echegaray, 1851; Rico & Sinobas, 1851).

El período de la Dictadura del General Primo de Rivera (1923-1930) y de la Segunda República (1931-1939) supuso un gran auge en la construcción de obras públicas, aunque en muchos casos acabaran en simples infructuosos intentos por muy diversas razones (Mülberger, Vilaró, Tirado, & Domènech, 2007). No obstante, autores como Lorenzo Pardo (1933) consideraban que el modelo vigente de gestión hidráulica, en ese contexto, era bastante insatisfactorio, lo cual concuerda con la sensación de sequía universal (Puig, 1935) y agotadora (Lorente, 1945) que todavía pervivía entre la sociedad.

Los episodios de sequía que se dieron en las décadas posteriores a la Guerra Civil (1936-1939) pusieron en evidencia el desfase existente entre las necesidades de consumo y los recursos de agua disponibles (Ruiz Pérez, 2012), lo cual impulsó una intensa política de obra pública durante el franquismo (1939-1975) centrada, por un lado, en elevar la capacidad de almacenamiento, mediante la construcción de embalses, y, por otro, en facilitar el transporte de caudales, incluso entre diferentes cuencas hidrográficas (p.ej. trasvase Tajo-Segura) (Melgarejo Moreno & Barciela López, 2000).

Vilà Valentí (1961) describe las soluciones tradicionales con las que el sector agrario hacía frente a esta limitación física: [1] sistemas de cultivos con largos barbechos, [2] existencia de ganado adaptado a la insuficiencia de pastos naturales y [3] creación de regadíos de reducidas dimensiones por medio de presas y canales de derivación instalados en corrientes fluviales efímeras. Finalmente, las compara con otras soluciones que está trayendo la agricultura moderna como la introducción de nuevas plantas y sistemas de cultivos (p.ej. enarenados) y la expansión del regadío usando agua subterránea.

Finalmente, los últimos 50 años han supuesto, por un lado, un gran avance en cuanto a publicaciones científicas, centradas en la problemática de las sequías (p.ej. Calvo García-Tornel, 1999) y, por otro, una creciente sensibilización con la problemática del agua y el cambio climático, a medida, sobre todo, que la cantidad y la calidad de la información recogida ha ido aumentando (Felicísimo, Muñoz, Mateo, & Villalba, 2012). Calvo García-Tornel (1999) y García Marín (2008b) insisten en la situación actual de vulnerabilidad al cambio climático, inducida por una posible mala gestión del recurso. Destacan publicaciones recientes (Vicente-Serrano *et al.*, 2017) en las que los autores recomiendan el uso del DataSet de SPEIbase, basado en el modelo Penman-Monteith de la FAO-56. La principal ventaja del SPEI (Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index) sobre otros índices de sequía ampliamente utilizados es que sus características multi-escalares permiten la identificación de diferentes tipos de sequía y los impactos en el contexto del calentamiento global. El SPEI ofrece los datos en abierto (<http://spei.csic.es>). Para uno de los casos de estudio que en este trabajo se muestran: Región de Murcia, destacamos el análisis que realizan (Ruiz Álvarez, Belmonte Serrato, García Marín, & Ruiz Álvarez, 2016) sobre las secuencias secas de larga duración en este territorio del sureste peninsular español, y en el que utilizan el Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP), índice que también permite realizar una categorización de distintos niveles de intensidad de sequía y se ha comprobado que ofrece óptimos resultados. Calvo García-Tornel (1999) y García Marín (2008b) insisten en la situación actual de vulnerabilidad al cambio climático, inducida por una posible mala gestión de los recursos hídricos disponibles.

III. LA RESPUESTA POLÍTICA: EJEMPLO DEL PLAN BADAJOZ

Durante la década de 1950, en pleno franquismo (1939-1975), se llevaron a cabo una serie de políticas de construcción de obras públicas, encaminadas, en parte, en aminorar los efectos que la irregularidad pluviométrica tenía sobre el campo español. Muchos de estos proyectos fueron diseñados en este contexto o, a veces, eran la continuación o una

simple adaptación de otros proyectos de obra pública concebidos durante la Segunda República (1931-1939), la Dictadura de Primo de Rivera (1923-1930) o, incluso, durante el período democrático del reinado de Alfonso XIII (1902-1923) (Mateu Gonzalez, 2002).

La construcción de embalses, y otras infraestructuras hidráulicas, encaminadas a la transformación de tierras de secano en regadío fue, sin duda, el factor que más revolucionó la agricultura dominante hasta esa época. Esta transformación, supuso incluso un cambio demográfico en algunas zonas del país, con la creación de más de 300 nuevos emplazamientos, denominados pueblos de colonización (Álvaro Tordesillas, 2010; Flores Soto, 2013). Estos poblados eran habitados por los denominados colonos, provenientes de otras áreas agrarias del país, a los cuales se les otorgaban nuevas tierras y viviendas, bajo un régimen de supervisión previamente diseñado por las instituciones del propio gobierno (Instituto Nacional de Colonización, INC) (Gómez Benito, 2004).

El establecimiento de poblados de colonización fue, por tanto, un fenómeno geográfico que abarcó a 27 de las 50 provincias existentes en el territorio nacional, aunque los grandes esfuerzos de ocupación se llevaron a cabo, sobre todo, en las cuencas hidrográficas de los ríos Ebro, Duero, Tajo, Guadiana y Guadalquivir. Este hecho se constata con las cifras de Andalucía, que registra unos 100 pueblos de colonización, las tierras del Ebro con unos 40 y Extremadura con un total aproximado de unos 60 pueblos, de los cuales 43 se sitúan en la provincia de Badajoz, y mayoritariamente en las Vegas del Guadiana, y el resto en la provincia de Cáceres, particularmente en las vegas de los ríos Tiétar y Alagón, ambos afluentes del río Tajo, en su margen derecha.

Esta labor de transformación agraria y colonización surge en un contexto socio-económico de postguerra, donde la necesidad de desarrollo económico del país se coadyuva con una situación política que permite y favorece la realización de políticas estatales de gran calado, sin que éstas puedan ser cuestionadas política o socialmente (Román Cervantes, 2008). No obstante, ya desde principios del siglo XX (p. ej. la ley sobre colonización y repoblación interior de 1907) se constata una preocupación institucional por llevar a cabo este tipo de medidas, que iban en consonancia con los grandes cambios que la estructura de la propiedad y el uso de la tierra estaban experimentando en otros países europeos (Álvaro Tordesillas, 2010).

En el caso de Extremadura, la situación política y socio-económica de la región al finalizar la Guerra Civil (1936-1939) no era muy diferente de la del conjunto de España, a lo que había que sumar un modelo económico dominante de especialización agraria sin industria (Llopis Agelán & Zapata Blanco, 2001), y el hecho de ser una región ocupada desde casi el inicio de la batalla por el bando franquista, lo que redujo considerablemente una potencial destrucción que hubiera sido ocasionada en el caso de ser campo de batalla. No obstante, y aunque exista constancia de una visita del General Franco a la Baja Extremadura en 1945 (Parejo Moruno & Rangel Preciado, 2014), oficialmente motivada por su mala situación económica, no se aprecian indicios suficientes para pensar que la política de colonización estaba pensada ex profeso para la región de Extremadura, sino más bien para el conjunto de las zonas rurales de España.

Extremadura, por otra parte, cumplía con muchos de los requisitos que interesaban al ICN. Por ella, pasan una serie de ríos importantes (Guadiana, Alagón y Tiétar) en los que

se puede acometer políticas de creación de embalses y que, además, cuentan con suelos profundos de aptitud agrícola (depósitos aluviales del Cuaternario). La estructura de la propiedad era predominantemente latifundista, lo que facilitaba el proceso de expropiación, que en muchos casos era llevado a cabo con un trato muy favorable para el propietario (indemnización por la tierra usurpada y conversión en regadío de la no expropiada).

El conjunto de la sociedad era rural, agraria, empobrecida y con altos valores de natalidad. A esto había que unir, que se tratada de un conjunto de población campesina que había sido muy reivindicativa durante la Reforma Agraria de la Segunda República. Consecuentemente, podían ser medidas que surtiesen efecto desde varios frentes: económico, social y político. Es en este contexto tan particular bajo el que se crearon los aproximadamente 60 pueblos de colonización de Extremadura. Algunos de ellos han evolucionado hasta conseguir recientemente la independencia de sus ayuntamientos matrices (p.ej. Vegaviana) o la modificación de sus nombres primigenios (p.ej. Tiétar, Alagón del Río, etc.).

La construcción de infraestructuras hidráulicas para el aprovisionamiento de agua en la región de Extremadura tiene un origen muy antiguo, tal y como atestiguan las presas de edad romana de Cornalvo y Proserpina, en el municipio pacense de Mérida (García-Diego, 1994), o incluso otras presas de la Edad Media (Los Barruecos, Malpartida de Cáceres) o del siglo XIX (p.ej. Embalse de Petit, Arroyo de la Luz). No obstante, el verdadero boom de la construcción de embalses se produjo a principios de la segunda mitad del siglo XX, donde la necesidad de obtener tierras de regadíos y el interés por el aprovechamiento hidroeléctrico fueron la principal motivación de su construcción.

En 1952, se aprobó el Plan de obras, colonización, industrialización y electrificación de la provincia de Badajoz, más conocido como el Plan Badajoz, con el cual el regadío adquiere un papel predominante y se comienza la construcción de los grandes embalses en la cuenca del río Guadiana. Inicialmente, se crearon la presa de Montijo y los canales de Montijo (margen derecha) y Lobón (margen izquierda) para transformar en regadío las Vegas Bajas. Posteriormente, se crearon las presas de Orellana y Zújar, con sus canales homónimos, persiguiendo el mismo objetivo pero en las Vegas Altas. Otros importantes embalses como el de Cijara, Alange o el de La Serena merecen ser mencionados (Esperilla Fernández, 2005).

Como señalan Juárez Sánchez-Rubio y Rodríguez Cancho (1996), el Plan Badajoz perseguía 4 objetivos: transformar 100 000ha en regadío, colonizar esas tierras, electrificar e industrializar esas zonas. Además se pretendía también iniciar un proceso de repoblación forestal, la transformación de productos naturales como el corcho y la electrificación y adecuación de la deficiente red viaria. El Plan Badajoz también tuvo una faceta complementaria centrada en intentar abrazar agricultura e industria, pero una serie de casualidades estratégicas y coyunturales hicieron que ésta no tuviera el éxito de la faceta meramente agrícola, al menos desde el punto de vista de la versión oficial de los hechos (Barciela López, López Ortiz, & Melgarejo Moreno, 1998).

En el caso de la provincia de Cáceres, o más concretamente en la demarcación geográfica de la Confederación Hidrográfica del Tajo, la construcción de los embalses más importantes se hicieron sobre el propio río Tajo (embalse de Valdecañas), el río Tiétar (embalse de Rosarito), el río Alagón (embalse de Gabriel y Galán) y el río Árrago (embalses

de Borbollón y Rivera de Gata). Otros embalses, como los de Alcántara II (José María de Oriol) o los Saltos de Torrejón (Parque Nacional de Monfragüe) fueron construidos como consecuencia de la política energética llevada a cabo en España en las décadas de 1950 y 1960. Por tanto, en el caso concreto de Extremadura, es inevitable no entremezclar la creación de embalses y de los pueblos de colonización, ya que forman parte de un mismo proceso político y, consecuentemente, geográfico. Muchos de ellos, hoy en día, están tan integrados en el entorno de la región, que no suelen ser identificados como pueblos de colonización en el ideario de muchas personas, sobre todo, las de menor edad.

IV. EL CASO PARADIGMÁTICO DE LA REGIÓN DE MURCIA

La región de Murcia se sitúa en el SE de España (fig. 1), donde predominan los ambientes semiáridos, y cuyo clima se caracteriza por tener una enorme variabilidad interanual. Desde un punto de vista económico, la agricultura es un sector clave en la economía regional y nacional, considerado por muchos como la huerta de Europa (Pedreño Cánovas, 1999). El nuevo escenario de cambio climático supondrá, sin duda, un gran riesgo ambiental (descenso de la biodiversidad, aumento de la erosión del suelo, etc.) y para la pervivencia del nivel de vida de los habitantes de la región (aumento del precio del agua, pérdida de cosechas, etc.), el cual ha disminuido considerablemente tras la crisis económica iniciada en 2007.

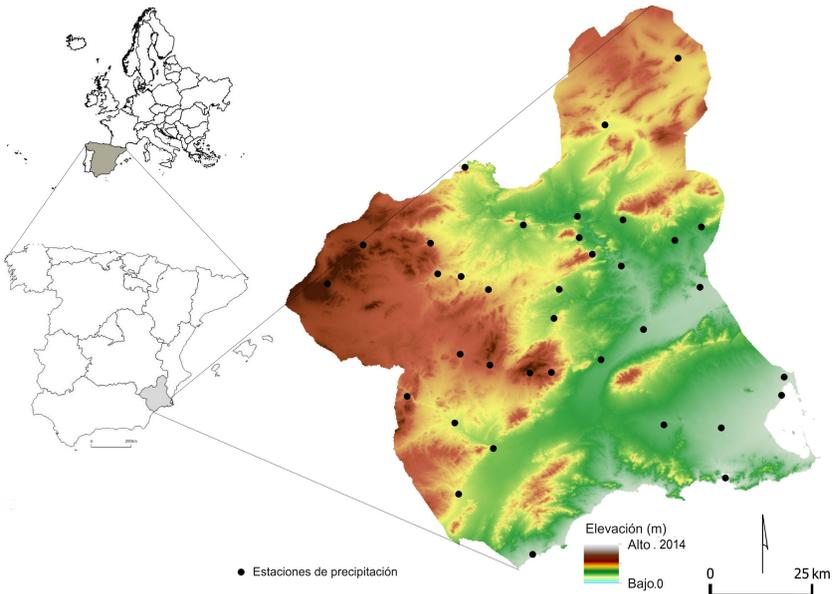


Fig. 1 – Localización geográfica de la región de Murcia y de las estaciones meteorológicas analizadas.
Figura en color disponible en línea.

Fig. 1 – Geographic location of the Murcia region and the meteorological stations analyzed. Colour figure available online.

La figura 1 muestra la localización geográfica de 41 estaciones meteorológicas de la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) consideradas para este estudio, con registros mensuales de precipitación desde 1913 en algunos casos, y desde 1955 en todos ellos. La serie más longeva pertenece a la ciudad de Murcia, con datos registrados desde 1864. Analizando esta serie (fig. 2), se observan variaciones en el total de las precipitaciones entre décadas, que se traducen en la presencia de tendencias significativas anuales y estacionales de reducción de la precipitación (p.ej. 5,55mm menos de lluvia cada 10 años).

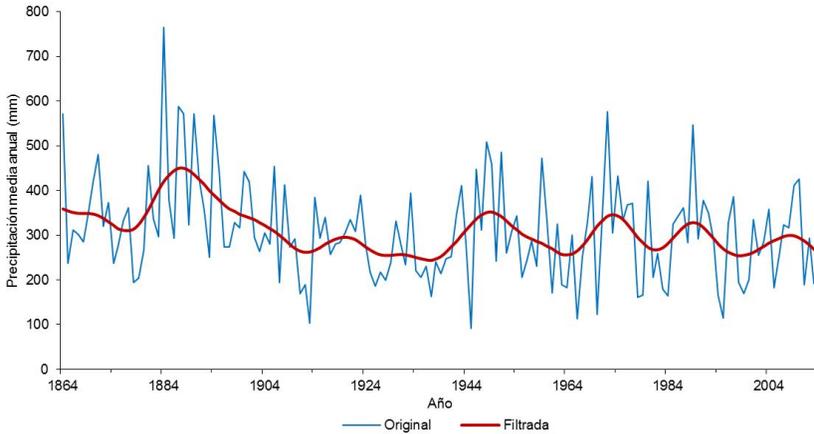


Fig. 2 – Evolución de las precipitaciones anuales en la ciudad de Murcia (1864-2014). Figura en color disponible en línea.

Fig. 2 – Evolution of annual rainfall in the city of Murcia (1864-2014). Colour figure available online.

Fuente: Datos AEMET

Esta tendencia negativa contrasta, por ejemplo, con los datos publicados por Schnabel y Gómez-Gutiérrez (2013), que en la ciudad de Cáceres (ambiente subhúmedo seco) no han encontrado una reducción significativa de la precipitación desde inicios del siglo XX. Esto podría ser interpretado como si existiese una mayor vulnerabilidad de los ambientes semiáridos. Las precipitaciones en este ámbito mediterráneo, por tanto, presentan una tendencia descendente desde la segunda mitad del siglo XX, con un aumento e intensificación de los períodos de sequía, en línea con los resultados del último informe de evaluación realizado por el IPCC (2014). La migración al norte de algunas componentes de la circulación general atmosférica, está ocasionando que la región de Murcia cada vez reciba menos perturbaciones ligadas al frente polar, típicas de las latitudes medias, incrementándose el efecto de la presencia de anticiclones subtropicales. Todo esto está ocasionando una mayor aridificación, de zonas ya de por sí secas.

La figura 2 muestra la evolución de las precipitaciones en la ciudad de Murcia (serie más larga). Se observó una tendencia negativa significativa de -5,55mm por década, es decir, un descenso en datos absolutos de 83,2mm para todo el período, o lo que es lo mismo, se ha perdido el 25% de la media anual de las precipitaciones (reducción a 310,2mm). La década de 1880 fue un período muy húmedo, superándose los 500mm

anuales. Los períodos de 1911-1913, 1924-1929 y 1934-1941 fueron las grandes sequías de inicios del siglo XX. Respecto a la segunda mitad del siglo XX, los años entre 1952 y 1966 y, sobre todo, entre 1978 y 1984 fueron las sequías más graves registradas en Murcia. El período 1993-1995 no fue el más seco, pero sí el que más pérdidas económicas causó en el sector agrícola.

En las últimas décadas, además, se ha producido un incremento sin precedentes en la demanda de recursos hídricos en la Región de Murcia debido, fundamentalmente, a la proliferación de cultivos de regadío (Gil Meseguer, 2006) y al crecimiento del sector turístico asociado al modelo de sol y playa (Artal Tur, García Sánchez, & Navarro Azorín, 2010). La respuesta socioeconómica a este patente desequilibrio entre recurso y demanda ha conllevado la incorporación de innovaciones tecnológicas, tanto en el sector agrario (Abadía Sanchez, 2012) como en las actividades turísticas (Espejo Marín, 2004).

La cuenca hidrográfica del río Segura (ocupa la totalidad del territorio murciano) es, de hecho, una de las más reguladas de Europa (Gómez Espín, 1999). Según datos de la propia Confederación Hidrográfica, la cuenca cuenta con unos $740\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$ de agua superficial y $540\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$ de aguas subterráneas, a los que hay que añadir el agua procedente de la reutilización, la desalación y transferencias externas (Acueducto Tajo-Segura, ACT).

La cuenca posee más de 200 instalaciones de depuración, en las que se están recuperando unos $140\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$, de los cuales $78\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$ se vuelven a usar directamente. La desalinización aporta $158\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$, de los que $96\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$ van para el regadío agrícola y los $65\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$ restantes para el uso urbano, industrial y de servicios. En cuanto a las transferencias externas, el ATS aporta $540\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$, de los que $110\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$ van para el abastecimiento humano, $400\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$ para los regadíos (sólo la mitad de esa cantidad llega realmente a destino desde 1980) y $30\text{Hm}^3/\text{año}^{-1}$ se destinan a las cuencas de la provincia vecina de Almería.

La agricultura de la región de Murcia se caracteriza por poseer modalidades de cultivo muy intensivas, altamente competitivas y escasamente subvencionadas, cuyos principales destinos son mercados exteriores de alta exigencia. Esta modernización del sector agrario ha sido una respuesta de los propios empresarios a su realidad de escasez de recurso, y ha venido apoyada, en concreto, por las nuevas políticas públicas, que priorizan la mejora, la modernización y consolidación de los regadíos existentes en la región. Todo esto ha supuesto una mejora de las redes principales y secundarias de riego, a nivel público, y de las técnicas y tecnología de irrigación, en la esfera de ámbito privado (tierras de agricultores).

La cuenca del río Segura es un claro ejemplo de gestión del agua, con respecto a lo que sucede, al menos, en otras partes de España. Tan sólo el 16% de los cultivos se riegan por gravedad (frente al 36% de España) y el 2% mediante aspersión (frente al 27% de España). Es decir, el 82% de los cultivos murcianos recurren a tecnologías de riego por goteo (fig. 3), mientras que en el total nacional español, tan solo un tercio de los cultivos usan este tipo de técnicas/tecnologías de irrigación.

A nivel institucional, la Confederación Hidrográfica del río Segura es también un ejemplo paradigmático, dentro de la realidad española. Apoyándose en la labor del Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), se cuenta

con la tecnología *Drone2Map for ArcGIS* (ESRI[®]), que es una aplicación que convierte las imágenes de los drones en ortomosaicos y mallas 3D. Esta generación de cartografía permite llevar a cabo un seguimiento temporal de la cantidad de agua que se dispone en las diferentes partes de las cuencas.



Fig. 3 – Superficie de cultivos hortícolas con tecnología de riego por goteo (Campo de Cartagena, Región de Murcia). Figura en color disponible en línea.

Fig. 3 – Surface of horticultural crops with drip irrigation technology (Campo de Cartagena, Murcia Region). Colour figure available online.

V. LAS EXPLOTACIONES GANADERAS DEL SUROESTE ESPAÑOL

Una de las grandes limitaciones a las que se ha enfrentado el sector ganadero español, con grandes extensiones de terreno reservadas a la ganadería extensiva, es la del abastecimiento de agua para la cabaña ganadera, y en particular durante los períodos de más calor y mayor escasez. Existen evidencias de utilización de charcas para la agricultura de regadío desde el siglo VII (Ortega, Vanacker, Sanjurjo-Sánchez, & Miralles, 2017), aunque poco se sabe de la construcción de este tipo de infraestructuras con el único objetivo de abastecer al ganado.

Las soluciones que tradicionalmente se han dado a este problema de escasez de agua en el abastecimiento de los animales se basaban, sobre todo, en una oportuna selección de razas autóctonas, muy adaptadas a las condiciones secas del verano: oveja merina, vaca blanca cacereña, etc. (Plieninger & Harald, 2006). En otros casos, se optaba por practicar la trashumancia a tierras montañosas situadas más al norte (provincia de León) (Castillo Rodríguez, Vázquez Varela, & Valcárcel Díaz, 2005) o la transmitancia, moviendo el ganado hacia otras explotaciones cercanas o llevándolos a acarrear agua a cursos fluviales no muy lejanos de la finca de origen (Prieto Guijarro, 1994).

En los últimos 50 años, se ha ido paulatinamente abandonando muchas de estas prácticas por muy diversas razones. En la actualidad, la mayoría de las especies ganaderas son fruto de un cruce entre una hembra de raza autóctona (vaca retinta) y un semental perteneciente a una

raza de gran peso (toros limousin o charolais) (Pérez, 2004) o razas más prolíficas (ovejas romanov) (De Muslera Pardo & Cruz Guzmán, 2011). La trashumancia, e incluso la transmitancia, son prácticas cada vez más en desuso, potenciado en parte por su falta de viabilidad económica, generación de molestias y trabas burocráticas (Pérez Carmona, 2014).

Pulido Fernández y Schnabel (2010) arrojan más luz a las razones por las que el ganado pasa más tiempo en las propias fincas: la construcción de charcas y pozos de sondeos. En un estudio llevado a cabo en 54 explotaciones de ganadería extensiva, con tamaños variables entre 100 y 8 000ha, cuantificaron más de 650 charcas, mayoritariamente construidas con posterioridad a 1956 (fecha del vuelo americano). La construcción de dichas infraestructuras es uno de los factores clave que explica que el 34% de los propietarios de ganado nunca tienen problemas de abastecimiento y un 47% tan solo en los períodos de mayor sequía. Curiosamente, el 19% restante con problemas de abastecimiento apenas tienen construidas charcas en sus explotaciones. En este mismo estudio, se evidenció que un tercio de los ganaderos usan agua subterránea proveniente de pozos de sondeo, no siempre legales.

Las charcas de abastecimiento del ganado suelen ser poco profundas y con un desnivel progresivo que permita acceder a los animales fácilmente a ellas para beber. Su construcción se suele llevar a cabo con maquinaria pesada, que permite profundizar en el suelo hasta llegar a la roca madre y compactar la parte más arcillosa para evitar fugas de agua por percolación. En una entrevista personalizada a Lope Pulido Benito, maquinista de una retroexcavadora con cadenas, de más de 16 toneladas de peso, durante 40 años, reconoce que la gran mayoría de las charcas realizadas en explotaciones ganaderas de Extremadura han sido hechas de este modo y de la década de 1970 en adelante, cuando el éxodo rural más afectó a la región.

La construcción de este tipo de infraestructuras coincide en el tiempo con un fenómeno de fragmentación, por medio de cercados, de la mayoría de las fincas (Lavado Contador, Pulido Fernández, Schnabel, & Herguido Sevillano, 2015). Por lo que suele ser muy habitual, que en muchas explotaciones se haya construido una charca en cada cercado, o al menos en los cercados más importantes, posibilitando que el ganado pase días enteros dentro de la misma cerca prácticamente sin atención del ganadero.

VI. LOS INVERNADEROS DE ALMERÍA

Desde un punto de vista climático, Almería se caracteriza por registrar lluvias como promedio inferiores a los 400mm anuales y 5 meses con déficit hídrico, aunque con una gran irregularidad interanual, que alterna años húmedo ($>500\text{mm/año}^{-1}$) con períodos de sequía extrema. No obstante, la disposición y orientación de sus cadenas montañosas hace que haya un gradiente pluviométrico intraprovincial, que va desde los apenas 150mm anuales a nivel del mar a más de 500mm en algunos valles y zonas montañosas (p. ej. Sierra de los Filabres).

A pesar de las limitaciones anteriormente mencionadas, que la hacen ser uno de los territorios más áridos de la cuenca mediterránea, esta provincia es un excelente ejemplo de desarrollo de una agricultura tecnológica (y agroindustria), basado en una eficiente

gestión del agua, una transformación de los sistemas de riego e infraestructuras hídricas, y el auge de los invernaderos en los últimos 40 años, que la han hecho pasar de ser una de las regiones más pobres de España, con una gran emigración hacia Cataluña, a ser una de las regiones más dinámicas y polo de atracción para numerosos inmigrantes de Marruecos y de Europa del Este (Checa Olmos & Arjona Garrido, 2007).

Este modelo de desarrollo agrícola se ha impulsado mediante políticas locales, regionales, nacionales y también europeas (Jiménez Díaz, 2008). A grandes rasgos, consiste en una apuesta por la agricultura intensiva de invernaderos, donde los avances tecnológicos se han centrado, sobre todo, en la mejora de las cubiertas de plástico y de los sistemas de riego y un uso eficiente del agua. En el terreno más agronómico, se han perfeccionado prácticas de cultivo, con un adecuado control climático, el desarrollo de técnicas como la lucha biológica y la automatización y mecanización de las tareas agrícolas (Atlas de la provincia de Almería, 2009).

La plasticultura ha sido posible gracias al amplio comercio abierto por la Unión Europea, que es la demanda que recibe sus productos durante todas las estaciones del año en las que estos no son producidos en cultivos a campo abierto (verano). Los productos más comercializados y exportados al norte y centro de Europa son tomates, entre los que sobresalen algunas variedades como el tomate Raf (Sánchez-González *et al.*, 2014), pimientos, pepinos, calabacines, sandías, etc. (Aznar Sánchez, 2007).

En la provincia de Almería, el sector agrícola supone casi el 90% de la demanda total de agua (López Cuquejo, 2000), recurso que es crítico para continuar el desarrollo de su modelo de producción agrícola a gran escala. Las fuentes para obtención del agua que permitían abastecer este sector han ido variando y diversificándose; así por ejemplo, el agua procedía inicialmente de los acuíferos superficiales, aunque hoy en día se obtiene de los acuíferos profundos y también de la desalinización del agua de mar y de la reutilización de las aguas residuales recicladas de la ciudad, así como del agua superficial de la escorrentía. Paralelamente, para tratar de mantener un uso sostenible de este escaso recurso ha sido necesario implementar una gestión y tecnología de regadío de gran eficiencia (García Lorca, 1999).

La zona más significativa de Almería, conocida mundialmente como el mar de plástico, en cuanto a invernaderos se refiere es el Campo de Dalías, situado en el suroeste de la provincia. Esta zona estuvo bajo la influencia de la política de la colonización agraria desde la década de 1940 (Rivera Menéndez, 2000), llegando a niveles de elevada intensificación agrícola al inicio del nuevo milenio (Pulido-Bosch, Pulido-Leboeuf, Molina-Sánchez, Vallejos, & Martín-Rosales, 2000).

Una de las más graves consecuencias de la intensificación agrícola en la provincia de Almería fue la sobreexplotación de los acuíferos costeros poco profundos por excesivo bombeo de agua para abastecer las demandas de los cultivos. Esto provocó una reducción del nivel freático y la intrusión de agua salada del mar deteriorando enormemente la calidad del agua de los pozos (Downward & Taylor, 2007).

Esta escasez de agua y el deterioro de la calidad del agua de los acuíferos llevó a la Junta de Andalucía a establecer medidas como la prohibición de la construcción de nuevos invernaderos, o ampliación de los antiguos, y restricciones legales en la extracción de

agua de los acuíferos en 1984 (Wolosin, 2008). Sin embargo, la creciente demanda de este recurso por parte de los agricultores, llevó a la Junta de Andalucía a establecer nuevas medidas de suministro de agua como crear nuevas líneas y tuberías de riego y la construcción de la presa de Benín, sobre el río Adra (Wolosin, 2008). No obstante, la infraestructura acometida más importante fue la de la creación de un pozo comunitario a 700m de profundidad en las montañas al norte del Campo de Dalías, permitiendo extraer agua del acuífero no afectada por las intrusiones marinas (Pulido Bosch *et al.*, 1997).

Estas acciones acometidas no permitieron paliar el desequilibrio todavía existente entre la cantidad del recurso y las demandas de agua de los agricultores, haciendo indispensable el uso de infraestructuras hidráulicas de regadío que redujeran el consumo de agua y al mismo tiempo aumentaran la eficiencia de la distribución del agua en las plantas. De esta forma, la regulación del consumo del agua obligó a buscar nuevos medios de irrigación como el riego por goteo, sistema que permitía mantener una alta producción y bajo consumo de agua (Wolosin, 2008).

Por lo tanto, es a finales del pasado siglo cuando se empieza a generalizar el riego por goteo en los invernaderos de Almería (Tolón Becerra & Lastra Bravo, 2010), aunque esta técnica fue introducida en Israel en 1971, no se integró en la mayoría de los invernaderos de la zona hasta 1977 (García Lorca, 1999). Este sistema de riego permitió reducir sustancialmente la cantidad de agua utilizada, las pérdidas por evapotranspiración, reducir daños en las plantas (riesgo por aspersión) y controlar los niveles de salinidad del suelo. Durante el período 1980 y principios de 1990 se introdujeron además nuevas y eficientes tecnologías que se mantienen en la actualidad en los invernaderos de la provincia, donde se combinaban el riego y aporte de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Estos nuevos sistemas consumían menos agua, pesticidas y herbicidas ofreciendo alternativas más sostenibles a los antiguos sistemas de crecimiento aplicados en los invernaderos almerienses.

En la actualidad, la fertirrigación automática controlada por computadora se ha impuesto de forma generalizada en los invernaderos almerienses. Recientes avances (p.ej. Nutrient Film Technique) están posibilitando el reciclado del agua, que en muchos casos es colectada en las cubiertas de los invernaderos, construidos para almacenar y canalizar el agua de lluvia, y aminoran los riesgos de contaminación por pesticidas (Peil & Gálvez, 2004).

VII. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Los casos aquí expuestos de Extremadura, Murcia o Almería son buenos ejemplos de adaptación del sector agrario a las limitaciones naturales impuestas por la escasez de agua y de modernización de la economía y mejora de la calidad de vida de los habitantes de estos territorios. Además, se ha observado un proceso llamativo de sinergia entre las políticas de desarrollo propuestas por los diferentes gobiernos de cada momento y las medidas tomadas por muchos agricultores y ganaderos en sus explotaciones privadas.

Según Berbel y Gutiérrez-Martín (2017), la eficiencia y la racionalización del agua es el principal reto al que se enfrenta en la actualidad el regadío español. Algunas de las

soluciones concretas, que se han propuesto hasta la fecha, han sido el riego localizado o por goteo (Sanchis Ibor, García Molla, & Avella Reus, 2016), aunque hay autores (e.g. Perry, Steduto, Allen, & Burt, 2009) que dudan de su efecto ahorrador a escala de cuenca, debido a un efecto sinérgico (rebote) de mayor producción de alimentos como consecuencia de un mayor consumo bruto de agua, aunque a nivel de finca suponga menor cantidad de pérdidas.

Por ejemplo, Alarcón Luque (2017) señala un aumento en 600 000ha en la superficie de cultivos con riego localizado desde la puesta en funcionamiento del Plan de Choque de Modernización de Regadíos (Real Decreto 87/2006) y tasa unos costes de inversión para los propietarios de más de 9 000eur/ha¹. Esto supone un fuerte gasto económico por parte de los agricultores, que, en muchos casos, no puede ser abordado o, simplemente, los períodos de amortización de la inversión pueden extenderse hasta los 20 ó 25 años.

Otras soluciones han estado encaminadas a un mayor control del consumo personal de cada propietario (instalaciones de contadores individuales) y a detectar rápidamente posibles fugas de agua en el sistema de entubado para la distribución del recurso (Martínez Álvarez & Soto García, 2010), pero esto sigue siendo todavía beneficioso para la productividad de las tierras, en términos de balance de agua consumida y producción obtenida, pero no es una solución a largo plazo de la reducción en los niveles de agua superficial, y en los aportes que ésta pueda tener sobre los acuíferos, los cuales ya están bastante sobreexplotados (Andreu Rodes & Fernández Mejuto, 2019).

La alternativa de utilizar agua subterránea, en algunos casos incluso fósil, cada vez tiende a ser menos empleada por motivaciones tan diversas como síntomas de agotamiento de los acuíferos, la creciente penalización en la construcción de pozos ilegales y por el mayor coste energético de los sistemas de bombeo (López-Gunn, Mayor, & Dumont, 2012). Otras ideas que vienen del mundo de la permacultura (Holzer, 2011) y de la retención del agua superficial (*water harvesting*) a través del diseño de *líneas clave* (Yeomans, 1954) se están ahora probando en algunas explotaciones agropecuarias de Extremadura (e.g. Valdepajares de Tajo) y Portugal (e.g. Herdade das Defesinhas, Elvas) con resultados bastantes satisfactorios para los intereses de sus gestores, aunque faltos todavía de un profundo estudio integral (e.g. muerte de encinas por encharcamiento).

Desde un punto de vista político, otra asignatura pendiente de resolver para el estado español es el de la puesta en marcha, o no, del Plan Hidrológico Nacional (propuesto por el gobierno del PP en 1998), con el cual se pretendía construir una serie de presas y redes de tubería que permitan trasvasar agua desde la cuenca del Ebro (noroeste de España) hacia el sur del país: sectores de regadío de Murcia, Alicante y Almería, en el ámbito agrario (Auernheimer & González, 2002). Con el cambio de gobierno en 2004 (PSOE), se promovió el Programa AGUA (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua, o Acciones para la Gestión y Uso del Agua), donde las desalinizadoras debían llevar el rol dominante para garantizar el abastecimiento de agua.

Las ventajas/inconvenientes del uso de desalinizadoras en Almería ha de ser un debate resuelto en las próximas décadas, ya que en 2001 se construyó la mayor planta desaladora de Europa (Carboneras) y esto permitirá recabar información para hacer un

juicio justo de este tipo de estrategias. Por ejemplo, esta planta de Carboneras consume un tercio de la electricidad de Almería (500 000 Kw día⁻¹) (Latorre, 2004). Es decir, esto hace que se pase a debatir sobre cuáles deberían ser las fuentes de generación de electricidad en el futuro, y eso ya es un terreno que debe ser sujeto a ulteriores investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación económica del Proyecto de Investigación IB16052 “Desarrollo de un sistema de evaluación integral espacialmente distribuido para explotaciones de ganadería extensiva”, cofinanciado por la Junta de Extremadura y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, y del Proyecto BIORESOC (CGL2017-88734-R), financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. La coautora Isabel Miralles Mellado agradece el soporte económico del Contrato de Investigación del Programa Ramón y Cajal (RYC-2016-21191) ofrecido por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadía Sanchez, R. (2012). *Optimización del diseño y gestión de redes colectivas de distribución de aguas para riego por goteo de cultivos leñosos. Aplicación al regadío de Mula (Murcia)* [Optimization of the design and management of collective water distribution networks for drip irrigation of woody crops. Application to the irrigation of Mula (Murcia)]. Orihuela: Universidad Miguel Hernández.
- Alarcón Luque, J. (2017). Costes y viabilidad económica de la modernización de regadíos en España [Costs and economic feasibility of the modernization of irrigation in Spain]. In J. Berbel & C. Gutiérrez-Martín (Eds.), *Efectos de la modernización de regadíos en España* [Effects of the modernization of irrigation in Spain] (pp. 97-118). Almería: Cajamar Caja Rural.
- Álvaro Tordesillas, A. (2010). Referencias internacionales en los pueblos de colonización españoles [International references in the Spanish colonization towns]. *Ciudades*, 13, 183-200.
- Andreu Rodes, J. M., & Fernández Mejuto, M. (2019). Las aguas subterráneas en España: hacia la sostenibilidad del recurso [Groundwater in Spain: towards the sustainability of the resource]. In J. Melgarejo Moreno (Eds.), *Congreso Nacional del Agua Orihuela. Innovación y Sostenibilidad* [National Water Congress Orihuela. Innovation and Sustainability] (pp. 1229-1254). Alacant: Universitat d'Alacant.
- Artal Tur, A., García Sánchez, A., & Navarro Azorín, J. M. (2010). Factores determinantes de la duración de la estancia turística en un destino de sol y playa: El caso de la Región de Murcia [Determinants of the duration of the tourist stay in a destination of sun and beach: The case of the Region of Murcia]. *Cuadernos de Economía*, 33(91), 43-65.
- Auernheimer, C., & González, G. (2002). Repercussions of the national hydrological plan on the Spanish Mediterranean coast (water versus tourism and agriculture). In D. Camarda & L. Grassini (Eds.), *Local resources and global trades: environments and agriculture in the Mediterranean region* [Local resources and global trades: environments and agriculture in the Mediterranean region] (pp. 179-185). Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, 57.
- Aznar Sánchez, J. Á. (2007). El proceso de internacionalización comercial de la horticultura intensiva almeriense [The process of commercial internationalization of Almería's intensive horticulture]. *Revista de Estudios Empresariales. Segunda época*, 1, 55-72.
- Barciela López, C., López Ortiz, M. I., & Melgarejo Moreno, J. (1998). Autarquía e intervención: el fracaso de la vertiente industrial del Plan Badajoz [Autarchy and intervention: the failure of the industrial side of the Badajoz Plan]. *Revista de Historia Industrial*, 14, 125-171.
- Berbel, J., & Gutiérrez-Martín, C. (2017). *Efectos de la modernización de regadíos en España* [Effects of the modernization of irrigation in Spain]. Almería: Cajamar Caja Rural.

- Calvo García-Tornel, F. (1999). El papel de la sequía en los procesos de reestructuración [The role of drought in restructuring processes]. *Lecturas Geográficas: Homenaje a José Estébanez Álvarez*, 1(2000), 665-672.
- Castillo Rodríguez, F., Vázquez Varela, J. M., & Valcárcel Díaz, M. (2005). Contrastes climáticos y estrategias adaptativas entre montaña/meseta: la trashumancia tradicional entre Castilla/Extremadura y "A serra dos Ancares" en el noroeste de la Península ibérica [Climatic contrasts and adaptive strategies between mountain / plateau: the traditional transhumance between Castilla / Extremadura and "A serra dos Ancares" in the northwest of the Iberian Peninsula]. *Gallaecia*, 24, 369-384.
- Cavanilles, A. J. (1797). *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia* [Observations on the natural history, geography, agriculture, population and fruits of the Reyno de Valencia]. Madrid: Imprenta Real.
- Checa Olmos, J. C., & Arjona Garrido, Á. (2007). Factores explicativos de la segregación residencial de los inmigrantes en Almería [Explanatory factors of the residential segregation of immigrants in Almería]. *Revista Internacional de Sociología*, 65(48), 173-200.
- Conesa García, C., & Alonso Sarria, F. (2006). El clima de la Región de Murcia [The climate of the Region of Murcia]. In C. Conesa García (Eds.), *El Medio Físico de la Región de Murcia* [The Physical Environment of the Region of Murcia] (pp. 95-127). Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Dai, A. (2011). Drought under global warming: a review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(1), 45-65. doi: 10.1002/wcc.81
- De la Torre, J., & García-Zúñiga, M. (2013). El impacto a largo plazo de la política industrial del desarrollismo español [The long-term impact of the industrial policy of Spanish development]. *Investigaciones de Historia Económica - Economic History Research*, 9(1), 43-53. doi: 10.1016/j.ihe.2012.09.001
- De Muslera Pardo, E., & Cruz Guzmán, E. (2011). Algunas consideraciones sobre la explotación de la dehesa extremeña, su problemática y posibles soluciones [Some considerations on the exploitation of the Extremenian dehesa, its problems and possible solutions]. *Pastos*, 10(1), 71-86.
- Downard, S. R., & Taylor, R. (2007). An assessment of Spain's Programa AGUA and its implications for sustainable water management in the province of Almería, southeast Spain. *Journal of Environmental Management*, 82(2), 277-289. doi: 10.1016/j.jenvman.2005.12.015
- Echegaray, J. (1851). *Memoria sobre las causas de la sequía de las provincias de Almería y Murcia y de los medios de atenuar sus efectos: escrita con arreglo al programa del real decreto de 30 de marzo de 1850, premiada con el accesit por la Real Academia de Ciencias* [Report on the causes of the drought in the provinces of Almeria and Murcia and ways to mitigate its effects: written in accordance with the royal decree program of March 30, 1850, awarded with access by the Royal Academy of Sciences]. Madrid: Imprenta del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas.
- Escribano, M., Gaspar, P., Pulido, F., de Ledesma, A. R., & Mesías, F. (2006). Análisis económico de las explotaciones extremeñas de dehesa a través de indicadores de capital, costes, producciones y rentabilidad [Economic analysis of the dehesa farms of Extremadura through indicators of capital, costs, production and profitability]. In M. Espejo Díaz & M. Martín Bellido (Eds.), *Gestión ambiental y económica del ecosistema dehesa en la Península Ibérica* [Environmental and economic management of the Dehesa ecosystem in the Iberian Peninsula] (pp. 339-350). Mérida: Junta de Extremadura. Consejería de Infraestructuras y DT.
- Espejo Marín, C. (2001). Las aguas de consumo envasadas en España. Traslases muy rentables y nada cuestionados [The drinking water packaged in Spain. Very profitable transfers and nothing questioned]. *Papeles de Geografía*, 34(34), 125-142.
- Espejo Marín, C. (2004). Campos de golf y medio ambiente. Una interacción necesaria [Golf courses and environment. A necessary interaction]. *Cuadernos de Turismo*, 14, 67-112.
- Esperilla Fernández, A. (2005). El regadío en Extremadura: 240.000 hectáreas de riego [Irrigation in Extremadura: 240,000 hectares of irrigation]. *Agricultura: Revista agropecuaria*, 74(873), 138-141.
- Felicísimo, Á. M., Muñoz, J. S., Mateo, R. G., & Villalba, C. J. (2012). Vulnerabilidad de la flora y vegetación españolas ante el cambio climático [Vulnerability of Spanish flora and vegetation to climate change]. *Ecosistemas*, 21(3), 1-6. doi: 10.7818/ECOS.2012.21-3.01
- Flores Soto, J. A. (2013). Pueblos de nueva fundación en la colonización de posguerra. Comparación con las ciudades de la bonifica italiana del ventennio [Settlements of new foundation in post-war colonization. Comparison with the cities of the Italian bonifica del ventennio]. *Ciudad y Territorio - Estudios Territoriales*, XLV(178), 731-750.
- García-Diego, J. A. (1994). *Presas antiguas de Extremadura* [Ancient dams of Extremadura]. Madrid: Fundación Juanelo Turriano.

- García Lorca, A. (1999). Tendencias y transformaciones en la agricultura intensiva almeriense [Trends and transformations in Almería's intensive agriculture]. *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*, 4, 109-128.
- García Marín, R. (2008a). La sequía: de riesgos natural a inducido. El ejemplo de la cuenca del río Segura (Sureste de España) [The drought: from natural to induced risks. The example of the Segura river basin (Southeast of Spain)]. *Vegueta: Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*, 10(10), 85-92.
- García Marín, R. (2008b). *Riesgo de sequía y vulnerabilidad socioeconómica en la Cuenca del Guadalentín* [Risk of drought and socio-economic vulnerability in the Guadalentín Basin]. Murcia: Universidad de Murcia.
- Gil Meseguer, E. (2006). Los paisajes agrarios de la Región de Murcia [The agrarian landscapes of the Region of Murcia]. *Papeles de Geografía*, 43, 19-30.
- Gil Olcina, A. (2007). Mediterraneidad y subtropicalidad climáticas [Climatic mediterraneity and subtropicality]. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 44, 53-68.
- Gómez-Limón, J. A. (2008). El regadío en España [Irrigation in Spain]. *Papeles de Economía Española*, 117, 86-109.
- Gómez Benito, C. (2004). Una revisión y una reflexión sobre la política de colonización agraria en la España de Franco [A review and reflection on the policy of agrarian colonization in Franco's Spain]. *Historia del Presente*, 3, 65-86.
- Gómez Espín, J. M. (1999). Agua y medio ambiente en la cuenca del Segura [Water and the environment in the Segura basin]. *Papeles de Geografía*, 29, 95-110.
- Helman, D., Osem, Y., Yakir, D., & Lensky, I. M. (2017). Relationships between climate, topography, water use and productivity in two key Mediterranean forest types with different water-use strategies. *Agricultural and Forest Meteorology*, 232, 319-330. doi: 10.1016/j.agrformet.2016.08.018
- Holzer, S. (2011). *Sepp Holzer's permaculture: a practical guide to small-scale, integrative farming and gardening*. London: Chelsea Green Publishing.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (IPCC). (2014). *Climate Change 2014 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Regional Aspects*. New York: Cambridge University Press.
- Jiménez Díaz, J. F. (2008). Estudio de caso del Poniente almeriense. Glocalización de la horticultura [Case study of the west of Almería. Glocalization of horticulture]. *Papers: Revista de Sociología*, 90, 83-104. doi: 10.5565/rev/papers/v90n0.736
- Juárez Sánchez-Rubio, C., & Rodríguez Cancho, M. (1996). Efectos de la política de colonización en el regadío de Extremadura: balance y perspectiva [Effects of the policy of colonization in the irrigation of Extremadura: balance and perspective]. *Investigaciones Geográficas*, 16, 35-59.
- Latorre, M., 2004. Costes económicos y medioambientales de la desalación de agua de mar [Economic and environmental costs of seawater desalination]. *IV Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*, Tortosa.
- Lavado Contador, J., Pulido Fernández, M., Schnabel, S., & Herguido Sevillano, E., (2015). Fragmentation of SW Iberian rangeland farms as assessed from fencing and changes in livestock management. Effects on soil degradation. *Proceedings of the international congress on landscape ecology*, *Alphan H, Atik M, Baylan E, Karadeniz N (eds)*. PAD Publications.
- Llopis Agelán, E., & Zapata Blanco, S. (2001). El "Sur del Sur". Extremadura en la era de la industrialización [The "South of the South". Extremadura in the era of industrialization]. In E. Llopis Agelán, J. Maluquer de Motes i Bernet & S. Zapata Blanco (Eds.), *Historia económica regional de España. Siglos XIX y XX* [Regional economic history of Spain. 19th and 20th Centuries] (pp. 271-298). Madrid: Crítica.
- López-Gunn, E., Mayor, B., & Dumont, A. (2012). Implications of the modernization of irrigation systems. In L. De Stefano & M. Ramón Llamas (Eds.), *Water, agriculture and the environment in Spain: Can we square the circle* (pp. 241-253). Boca Raton, FL: CRC Press.
- López Cuquejo, Á. (2000). Agua y regadío en la provincia de Almería: panorama actual y tendencias futuras [Water and irrigation in the province of Almería: current panorama and future trends]. *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*, 5, 31-42.
- Lorente, J. M. (1945). Sequía agotadora [Stressful drought]. *Revista de Geofísica*, III, 193-194.
- Lorenzo Pardo, M. (1933). *Plan Nacional de Obras Hidráulicas* [National Plan of Hydraulic Works]. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- Martínez Álvarez, V., & Soto García, M. (2010). Sistemas de automatización y control en la modernización de regadíos [Automation and control systems in the modernization of irrigation]. In A. Ruiz Canales & J. M. Molina Martínez (Eds.), *Automatización y telecontrol de sistemas de riego* [Automation and remote control of irrigation systems] (pp. 17-30). Barcelona: Marcombo.

- Mateu Gonzalez, J. J. (2002). Política hidráulica e intervención estatal en España (1880-1936): Una visión interdisciplinar [Hydraulic policy and state intervention in Spain (1880-1936): An interdisciplinary vision]. *Revista Española de Estudios Agrarios y Pesqueros*, 197, 35-61.
- Melgarejo Moreno, J., & Barciela López, C. (2000). *El agua en la historia de España* [Water in the history of Spain]. Alicante: Universidad de Alicante.
- Mülberger, A., Vilaró, M., Tirado, F., & Domènech, M. (2007). *Historia, política y ciencia: El papel de los expertos en el debate sobre el agua en España* [History, politics and science: The role of experts in the debate on water in Spain]. Barcelona: Centre d'Estudis d'Història de les Ciències y Grup d'Estudis Socials de la Ciència i la Tecnologia.
- Ortega, R., Vanacker, V., Sanjurjo-Sánchez, J., & Miralles, I. (2017). Human-landscape interactions during the Early and High Medieval Period in Central Spain based on new estimates of sediment yield from the Melque Agricultural Complex. *Geoarchaeology*, 32, 177-188. doi: 10.1002/geo.21582
- Parejo Moruno, F. M., & Rangel Preciado, J. F. (2014). La economía extremeña en perspectiva histórica: crecimiento, convergencia y cambio estructural [Extremadura's economy in historical perspective: growth, convergence and structural change]. In L. F. de la Macorra y Cano (Eds.), *Treinta años de economía y sociedad extremeña (1983-2013)* [Thirty years of economy and Extremadura society (1983-2013)] (pp. 13-30). Badajoz: Diputación Provincial de Badajoz.
- Pedreño Cánovas, A. (1999). Construyendo la «huerta de Europa»: trabajadores sin ciudadanía y nómadas permanentes en la agricultura murciana [Building the "garden of Europe": workers without citizenship and permanent nomads in Murcia's agriculture]. *Migraciones. Publicación del Instituto Universitario de Estudios sobre Migraciones*, 5, 87-120.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 4(2), 439-473.
- Peil, R. M., & Gálvez, J. L. (2004). Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico [Yield of grafted tomato plants and effect of stem density in the hydroponic system]. *Hort. Bras*, 22(2), 265-270.
- Pérez Carmona, C. (2014). Efectos de la intensificación y el abandono ganaderos en la composición, diversidad y funcionamiento de pastizales mediterráneos [Effects of livestock intensification and abandonment on the composition, diversity and functioning of Mediterranean pastures]. *Ecosistemas*, 23(1), 73-78. doi: 10.7818/ECOS.2014.23-1.13
- Pérez, J. A. (2004). Retinta, la raza de la dehesa [Retint, the race of the dehesa]. *Mundo Ganadero*, 15(164), 60-63.
- Perry, C., Steduto, P., Allen, R. G., & Burt, C. M. (2009). Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*, 96(11), 1517-1524. doi: 10.1016/j.agwat.2009.05.005
- Plieninger, T., & Harald, S. (2006). Elementos estructurales del paisaje adeshado tradicional en Monroy y Torrejón el Rubio (Cáceres) y su importancia para la conservación de la naturaleza y el desarrollo rural [Structural elements of the traditional dehesa landscape in Monroy and Torrejón el Rubio (Cáceres) and its importance for the conservation of nature and rural development]. *Revista de Estudios Extremeños*, 62, 441-484.
- Práválie, R. (2016). Drylands extent and environmental issues. A global approach. *Earth-Science Reviews*, 161(259-278). doi: 10.1016/j.earscirev.2016.08.003
- Prieto Guijarro, A. (1994). Gestión económica y técnica del ganado bovino en régimen extensivo: dehesa [Economic and technical management of cattle in extensive regime: dehesa]. *Agricultura y Sociedad*, 73, 295-314.
- Puig, I. (1935). ¿Se aproxima una sequía universal? [Is a universal drought approaching?]. Buenos Aires: Observatorio de San Miguel.
- Pulido-Bosch, A., Pulido-Leboeuf, P., Molina-Sánchez, L., Vallejos, A., & Martín-Rosales, W. (2000). Intensive agriculture, wetlands, quarries and water management. A case study (Campo de Dalias, SE Spain). *Environmental Geology*, 40(1), 163-168. doi: 10.1007/s002540000118
- Pulido Bosch, A., Navarrete, F., Martínez Vidal, J. L., Molina Sánchez, L., Sánchez Martos, F... Martín, W. (1997). La contaminación en los acuíferos del Campo de Dalias y Delta del Andarax (Almería) [Pollution in the aquifers of Campo de Dalias and Delta del Andarax (Almería)] In L. García-Rossell & A. Navarro (Eds.), *Recursos naturales y medio ambiente en el sureste peninsular* [Natural resources and the environment in the southeast of the peninsula] (pp. 363-381). Almería: Instituto de Estudios Almerienses.
- Pulido Fernández, M., & Schnabel, S. (2010). La disponibilidad de agua en explotaciones de ganadería extensiva [The availability of water in extensive livestock farms]. In S. Schnabel, J. F. Lavado Contador, Á. Gómez Gutiérrez & R. García Marín (Eds.), *Aportaciones a la Geografía Física de Extremadura con especial referencia a las dehesas*

- sas [Contributions to the Physical Geography of Extremadura with special reference to dehesas] (pp. 221-235). Cáceres: Fundicotex.
- Rico y Sinobas, M. (1851). *Memoria sobre las causas meteorológico-físicas que producen las constantes sequías de Murcia y Almería, señalando los medios de atenuar sus efectos* [Memory on the meteorological-physical causes that produce the constant droughts of Murcia and Almería, pointing out the means of mitigating their effects]. Madrid: D.S. Compagni.
- Rivera Menéndez, J. (2000). *Política de colonización agraria en el Campo de Dalías, 1940-1990* [Policy of agrarian colonization in Campo de Dalías, 1940-1990]. Almería: Caja Rural de Almería y Málaga.
- Román Cervantes, C. (2008). Las Sociedades Agrarias de Transformación en España: Un análisis histórico [The Agrarian Societies of Transformation in Spain: A historical analysis]. *CIRIEC-España. Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 63, 65-87.
- Ruiz Álvarez, V., Belmonte Serrato, F., García Marín, R., & Ruiz Álvarez, M. (2016). Análisis y evolución temporal de las secuencias pluviométricas secas de larga duración en la Región de Murcia (1864-2015) [Analysis and temporal evolution of the long-term dry pluviometric sequences in the Region of Murcia (1864-2015)]. In AEC (Eds.), *X Congreso Internacional de la Asociación Española de Climatología: Clima, sociedad, riesgos y ordenación del territorio* [X International Congress of the Spanish Climatology Association: Climate, society, risks and spatial planning] (pp. 335-344). Alicante: Universidad de Alicante. Instituto Interuniversitario de Geografía.
- Ruiz Pérez, J. M. (2012). La "pertinaz sequía" en las cuencas hidrográficas del óvalo valenciano (1930-1960) [The "persistent drought" in the watersheds of the Valencian oval (1930-1960)]. *Cuadernos de Geografía*, 91, 95-116.
- Sánchez-González, M., Sánchez-Guerrero, M., Medrano, E., Porras, M., Baeza, E... Lorenzo, P. (2014). Efectos de la salinidad y el enriquecimiento carbónico en invernadero sobre la bioproductividad y el contenido de nutrientes en un cultivo de tomate híbrido Raf (cv. Delizia) [Effects of salinity and carbon enrichment in the greenhouse on bioproductivity and nutrient content in a hybrid Raf tomato crop (cv. Delizia)]. *Acta Horti*, 66, 78-84.
- Sanchis Ibor, C., García Molla, M., & Avella Reus, L. F. (2016). Las políticas de implantación del riego localizado. Efectos en las entidades de riego de la Comunidad Valenciana [The implementation policies of localized irrigation. Effects on irrigation entities of the Valencian Community]. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 72, 9-35.
- Schnabel, S., & Gómez-Gutiérrez, Á. (2013). The role of interannual rainfall variability on runoff generation in a small dry sub-humid watershed with disperse tree cover. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 39(39), 259-285. doi: 10.18172/cig.1991
- Simpson, J. (1996). *Cultivo de trigo y cambio técnico en España, 1900-1936* [Wheat cultivation and technical change in Spain, 1900-1936]. Madrid: Sociedad Española de Historia Agraria.
- Sotelo Navalpotro, J. A., Alcolea, M. Á., García Quiroga, F., & Sotelo Pérez, M. (2009). La degradación medioambiental de la cuenca mediterránea: conservación vs. gestión de unos recursos y de un patrimonio compartido [The environmental degradation of the Mediterranean basin: conservation vs. management of resources and a shared patrimony]. *Observatorio Medioambiental*, 12, 167-206.
- Soto Carmona, Á. (1989). *El trabajo industrial en la España Contemporánea, 1874-1936* [Industrial work in Contemporary Spain, 1874-1936]. Barcelona: Anthropos.
- Tolón Becerra, A., & Lastra Bravo, X. (2010). La agricultura intensiva del poniente almeriense. Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental [The intensive agriculture of the west of Almería. Diagnosis and environmental management instruments]. *M+ A. Revista Electrónica de Medioambiente*, 8, 18-40
- Vicente-Serrano, S. M., Tomas-Burguera, M., Beguería, S., Reig, F., Latorre, B., Peña-Gallardo... González-Hidalgo, J. C. (2017). A high resolution dataset of drought indices for Spain. *Data*, 2(3), 22. doi: 10.3390/data2030022
- Vilà Valentí, J. (1961). La lucha contra la sequía en el Sureste de España [The fight against the drought in the Southeast of Spain]. *Estudios Geográficos*, 22(82), 25-48.
- Wolosin, R. T. (2008). *El Milagro de Almería, España: a political ecology of landscape change and greenhouse agriculture*. Missoula: University of Montana.
- Yeomans, P. A. (1954). *The Keyline plan*. New York: CAB Direct.