



---

## Adaptación a la sequía y modernización de regadíos en España

Informe sobre el estado de la literatura científica

**Patrick Hoffmann**  
*Universitat Autònoma de Barcelona*

**Paula Novo**  
*University of Leeds*

**Sergio Villamayor Tomás**  
*Universitat Autònoma de Barcelona*

**FENACORE**  
Federación Nacional de  
Comunidades de Regantes de España



**UNIVERSITY OF LEEDS**

icta  **UAB**

## Introducción

Los periodos recurrentes de sequía se están convirtiendo en un importante reto para la agricultura española. La baja disponibilidad de agua dulce durante estos periodos amenaza los medios de vida de los agricultores y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos locales. En las últimas décadas, investigadores de diferentes disciplinas han estudiado las respuestas de adaptación de los agricultores a sequías, y propuesto diferentes medidas que pueden ayudar a aumentar la capacidad de adaptación de los agricultores. El presente informe pretende sintetizar estos conocimientos haciendo hincapié en los procesos de modernización de la infraestructura. Este informe se ha elaborado en el marco del proyecto de investigación DroughtAdapt, producto de la colaboración entre FENACORE e investigadores de la Universidad de Leeds y del ICTA, Universidad Autónoma de Barcelona. El informe tiene un doble objetivo. En primer lugar, pretende ofrecer una visión general de la literatura científica sobre las respuestas a la sequía en España y, en segundo lugar, se centra en los esfuerzos de modernización del regadío, las oportunidades y retos relacionados, y las condiciones que mejoran las experiencias de los agricultores. Los datos recopilados para este informe se basan en dos revisiones sistemáticas de la bibliografía científica publicada entre el 2010 y el 2022.

## Medidas de adaptación a la sequía

En esta sección, el informe resume ocho medidas, categorizadas según instrumentos de demanda, oferta o riesgo, que pueden ayudar a los agricultores a adaptarse a periodos

recurrentes de sequía. Éstas se identificaron a través de una búsqueda sistemática por palabras clave en el motor de búsqueda académica Scopus (palabras clave: “sequía”, “regadío” y “España”). De los 100 estudios más recientes que resultaron de esta búsqueda, el informe presenta sólo aquellos que abordan respuestas potenciales o reales a la sequía en España. En total, se analizaron 24 artículos.

## Instrumentos de demanda

Los instrumentos de demanda se centran en promocionar la productividad y el ahorro de agua como soluciones a la escasez.

### •• Reformas de los derechos de agua

Basándose en diversos estudios de casos, algunos académicos han propuesto reformar los derechos de agua para adecuarlos a los periodos de sequía. Con arreglo a la legislación vigente y durante los periodos de baja disponibilidad de agua, algunas comunidades de regantes ven reducida la parte que se les asigna proporcionalmente, condicionado a los derechos asignados. Al contrario, la evidencia empírica sugiere una regla que dé prioridad a los titulares de derechos más prioritarios. Aquella reforma podría conducir a una mayor sostenibilidad en el uso del agua sin mermar la eficiencia (para un análisis de las desventajas y ventajas de cada regla, véase [1]).

Gutiérrez-Martin et al. [2] muestran los resultados de un análisis empírico basado en la cuenca del Guadalquivir como caso de estudio, en el que introducen un régimen de derechos prioritarios a nivel de cuenca junto con diferentes escenarios climáticos (variando la variabilidad del suministro de agua) mediante una

simulación de programación matemática. Su simulación da como resultado un aumento moderado de la eficiencia económica a nivel de cuenca cuando se aplica el régimen de prioridad. Un estudio similar informa de ganancias de eficiencia menores a nivel de distrito de riego [3]. La escala a la cual se evalúa esta medida, por lo tanto, es importante. La utilidad de este tipo de reformas requiere más investigación en esta línea, así como sobre la posibilidad de combinarlas con otras medidas.

#### •• Bancos y mercados de agua

Otras medidas de gestión de la demanda son las relativas a los mercados de agua. Los bancos de agua son entidades que ejercen de intermediarios para facilitar los intercambios de agua entre los usuarios. Por ejemplo, un usuario o una comunidad puede vender parte de sus derechos de agua a una entidad intermediaria (el banco), cuál, en cambio, permite a otros usuarios o comunidades comprar derechos de agua en tiempos de disponibilidad baja. Simulando un banco de agua en la cuenca del Guadalquivir, Montilla-López et al. [4] sostienen que los bancos de agua pueden mejorar la eficiencia global de la asignación de agua entre los agricultores y mitigar los efectos negativos de las sequías.

Al igual que los bancos de agua, los mercados de agua más o menos formalizados también permiten el intercambio de agua entre usuarios. Un estudio realizado por Giannoccaro et al. [5] evaluó los factores que determinan la participación de regantes en los mercados de agua. Según sus resultados, los regantes que son innovadores y han recibido formación agrícola están más dispuestos a participar en los mercados de agua. Esta predisposición se refuerza aún más si se facilita información fiable sobre la escasez y la disponibilidad estacional de agua. En cuanto a la forma en que se asigna el agua dentro de una comunidad

de regantes, los científicos también han propuesto mejorar la eficacia de las normas de asignación. Goetz et al. [6] analizaron cómo afectarían las distintas reglas de asignación en la comunidad de regantes de Almudévar, en Aragón, a las ganancias totales de bienestar y descubrieron que la regla proporcional utilizada actualmente es menos eficiente que una regla de asignación uniforme o secuencial. La razón por la que un cambio en la regla de asignación podría fracasar es que algunos agricultores, cuyos votos serían necesarios, sufrirían pérdidas. Aunque, en teoría, éstas podrían compensarse mediante pagos complementarios de los agricultores con ganancias sustanciales, no es tarea fácil conseguir que esto se lleve a la práctica.

#### •• Riego deficitario

Aunque a veces es involuntario, el riego deficitario puede ser una respuesta de último recurso para limitar la pérdida de rendimiento durante los periodos de sequía. La investigación se ha dirigido a optimizar las estrategias de riego deficitario para determinados cultivos y condiciones climáticas. Un ejemplo es el estudio de Martínez-Gimeno et al. [7], que analiza cuatro estrategias de riego deficitario basadas en diferentes escenarios de disponibilidad de agua para olivares de superalta densidad en Villena, Alicante; y encuentran que déficits moderados en el riego pueden optimizar la productividad y el ahorro de agua. Este tipo de investigación genera conocimientos que permiten a los agricultores minimizar las pérdidas si la disponibilidad de agua es insuficiente.

#### •• Desarrollo de nuevos cultivos

Una posible medida de adaptación autónoma de los agricultores para hacer frente a los periodos recurrentes de escasez de agua consiste en cambiar de cultivos o utilizar nuevas variedades más resistentes a las condiciones de sequía. Un

ejemplo de los esfuerzos realizados en ese ámbito es el estudio de nuevos genotipos en viticultura llevado a cabo por Fernández-López et al. [8].

## Instrumentos de oferta

Los instrumentos de oferta promocionan la diversificación de fuentes de agua y/o su regulación como solución a la escasez.

### •• Aguas regeneradas y desalinización

Las aguas regeneradas y el agua desalinizada constituyen una oportunidad para aumentar el suministro de agua y aliviar la presión de los recursos hídricos subterráneos y superficiales. Estas son hoy en día las propuestas de gestión de la oferta que más consenso tienen entre las autoridades públicas y diferentes grupos de interés. El uso de aguas regeneradas está aumentando en toda España, especialmente en el Sureste Mediterráneo y las islas [9]. Para hacer frente a los costes energéticos asociados a las aguas residuales, investigadores están explorando las posibilidades de la energía renovable, como por ejemplo la solar [10]. Un ejemplo exitoso de planta desalinizadora se encuentra en Águilas, Murcia [11]. Suministra a las comunidades circundantes 56 hm<sup>3</sup> de agua al año. A pesar de los mayores costes del agua desalinizada, los agricultores de la región prefieren esta agua, ya que su suministro está asegurado y permite una planificación económicamente viable (en comparación con otras fuentes más baratas con suministro incierto). Las plantas desalinizadoras también son razonables en las islas, como por ejemplo en las Islas Canarias [12].

### •• Recarga gestionada de acuíferos

La recarga artificial de acuíferos (MAR) implica la recarga intencionada de

acuíferos para su uso posterior o con fines medioambientales. Es decir, cualquier exceso de agua disponible en un momento determinado (por ejemplo, durante las estaciones húmedas, o periodos de baja demanda) se recoge intencionadamente y se introduce en un acuífero (por ejemplo, a través de pozos, cuencas de infiltración, esparcimiento superficial) para ahorrarla para usos futuros o beneficios medioambientales. El éxito de una iniciativa MAR se documenta en un estudio de caso realizado por Henao Casas et al. [13] en el que se comparan dos masas de agua subterránea vecinas del acuífero de Los Arenales, en el centro de España. Este estudio concluye que la implantación de sistemas MAR en una de ellas consiguió aumentar sus niveles de recuperación. En este caso, el MAR fue solicitado por los agricultores locales para ser implantado por el gobierno nacional.

## Instrumentos de riesgo

Los instrumentos de riesgo se centran en amortiguar el impacto financiero de las pérdidas por sequía.

### •• Seguros de sequía

Los seguros de sequía no se centran en la oferta o demanda de agua sino en proteger a los agricultores de las pérdidas de producción e ingresos cuando la reducción de agua y dichas pérdidas son irremediables. En muchos casos, las reducciones en el suministro de agua en periodos de sequía son el resultado de prorrateos comandados por las Confederaciones Hidrográficas. Por tanto, la escasez en el suministro no puede considerarse totalmente accidental o natural, lo cual es muchas veces un requisito previo para que el seguro sea aplicable. Por ello, para que el seguro de sequía sea aplicable, se proponen sistemas de seguro basados en índices. Esto significa que las indemnizaciones se calculan en función de un índice elaborado a partir de fenómenos exógenos como, por

ejemplo, las precipitaciones, la temperatura o, más concretamente en este caso, la cantidad de agua almacenada en una red de embalses al comienzo de la temporada de riego. Varios estudios académicos se han centrado en el análisis de las más condiciones favorables para contratar seguros y optimizar el coste de las primas. Por ejemplo, utilizando un modelo hidrológico estocástico basado en la cuenca del Guadalquivir como caso de estudio, Gómez-Limón [14] realizó un análisis para calcular primas de seguro justas para los agricultores en condiciones de sequía cada vez más recurrentes. Más recientemente, un análisis similar ha demostrado la utilidad de un seguro basado en índices en condiciones de cambio climático [15]. Por lo tanto, la negociación de un seguro de sequía basado en índices podría ser una posible respuesta de los agricultores a los periodos de sequía que se produzcan.

#### •• Ahorro preventivo

Otro instrumento de gestión de riesgos (junto al seguro de sequía) que se propone aplicar en España es el ahorro preventivo. En el esquema básico, los agricultores abren una cuenta especial a la cual se deposita una fracción predeterminada de sus ingresos en tiempos de ingresos elevados que les ayuda a contrapesar periodos de baja producción. Aunque son similares a los seguros, existen grandes diferencias entre ambas herramientas. En comparación con un plan de seguros agrarios, el ahorro preventivo tiene un coste menor debido a las siguientes razones [16]: no es necesario calcular las primas de seguro mediante un análisis actuarial, no hay gastos relacionados con la evaluación de los daños en las explotaciones, los costes administrativos son menores y se minimizan los problemas por malas prácticas (comportamiento oportunista por parte de los agricultores o aseguradoras después de firmar un contrato). A pesar de sus numerosas

ventajas, todavía no se ha implantado formalmente en España una forma de incentivar el ahorro preventivo. Sin embargo, Gómez-Limón et al. [16], utilizando un estudio de caso de la cuenca del Guadalquivir, señalan que el apoyo de las políticas públicas podría ser más activo en la promoción de este instrumento.

### Experiencias de modernización de regadíos

La modernización de los sistemas de riego se considera otra medida de adaptación a la sequía, ya que conduce a una mayor eficiencia en el uso del agua y, por lo tanto, reduce las necesidades de agua para los cultivos. Esta sección pretende resumir la información sobre los estudios de modernización del regadío, la región en la que se realizaron, los tipos de modernización y los efectos notificados sobre el consumo de agua, la superficie regada, la variedad de cultivos y los costes energéticos.

#### Selección de muestra

Para seleccionar los estudios, se realizó otra búsqueda sistemática por palabras clave en los buscadores académicos *Scopus* y *Web of Science* (palabras clave: “regadío”, “modernización” o “mejora de infraestructuras”, y “España”). Al unir los resultados de ambas bases de datos y eliminar los duplicados, se obtuvieron 292 artículos que se exploraron para confirmar que proporcionaban suficiente información. Los estudios se incluyeron en el estudio si describían el funcionamiento, el efecto o las consecuencias de la modernización de un sistema de riego y si se habían realizado en España. Los siguientes resultados se basan en los 32 estudios que proporcionaban suficiente información.

•• Localización de los estudios

Los estudios se reparten en torno a 4 cuencas (número de estudios entre paréntesis): Júcar (13), Ebro (7), Segura (6) y Guadalquivir (5). Además, hay cuatro estudios que consideran datos de España en general sin centrarse en una región.

•• Tipos de modernización

El tipo de modernización más frecuente estudiado es la conversión del riego tradicional por inundación a la tecnología de goteo y/o aspersión. 26 (80%) de los 32 estudios estudian este tipo de modernización. Las modernizaciones menos frecuentes incluyen el revestimiento de canales y la implantación de sistemas de telecontrol (que con frecuencia van unidos a las tecnologías de goteo o aspersión).

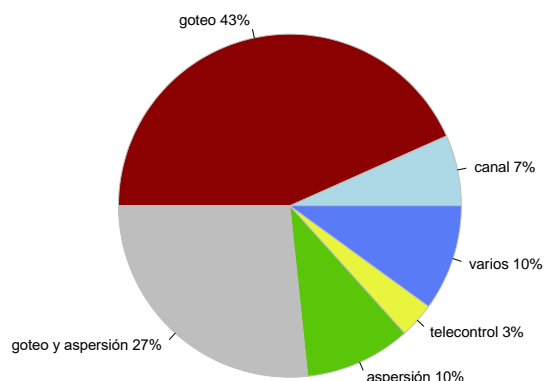


Figura 1 Tipos de modernización

•• Efecto sobre el consumo de agua

Para evaluar si la modernización conlleva el ahorro previsto en el consumo de agua, es decisivo conocer el efecto neto sobre el agua realmente consumida para el riego. Entre la muestra seleccionada, sólo 16 estudios sobre modernización proporcionan esta información y los resultados nos son claros al respecto. En algunos casos, se han notificado reducciones de las extracciones de agua [17], pero no se ha evaluado el efecto neto

sobre el consumo de agua en el sistema de riego.

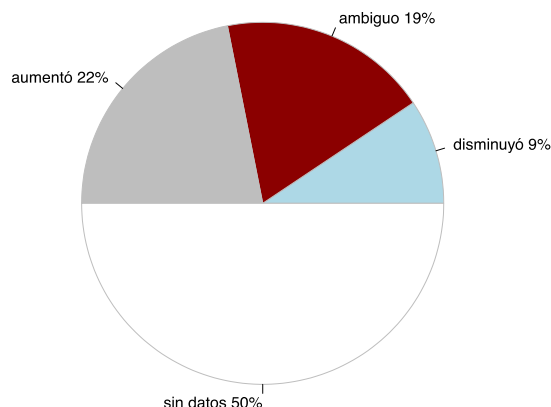


Figura 2 Efecto sobre el consumo de agua

•• Efecto sobre la superficie de regadío

En cuanto al efecto del sistema de riego modernizado sobre la superficie regada, sólo el 41% de la muestra menciona el efecto de la modernización sobre el tamaño de la superficie regada. La mitad de ellos señala un aumento de la superficie de regadío, mientras que sólo un total del 9% indica que no se han producido cambios o que ha disminuido la superficie de regadío como consecuencia de la modernización. Hay que tener en cuenta que el aumento de la superficie regada puede estar relacionado con la consolidación de áreas regables que no se había regado hasta la fecha por falta de agua.

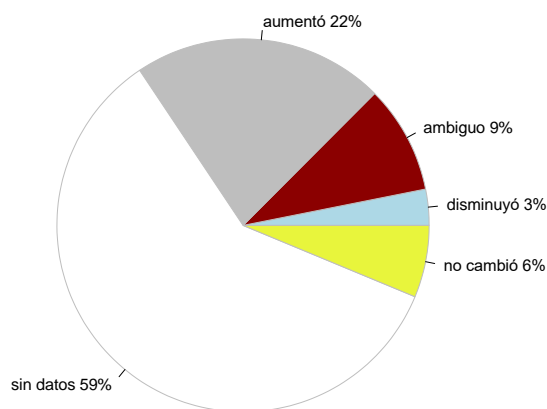


Figura 3 Efecto sobre la superficie de regadío

•• Efecto sobre la variedad de cultivo

La modernización de los sistemas de riego también influye en el tipo de cultivo. Aunque el 62% de los estudios de la muestra no informan sobre esta variable, los que sí lo hacen constatan que los cultivos se modifican bien hacia variedades que consumen más agua o bien aportan un mayor rendimiento en el mercado, estando ambas características relacionadas causalmente.

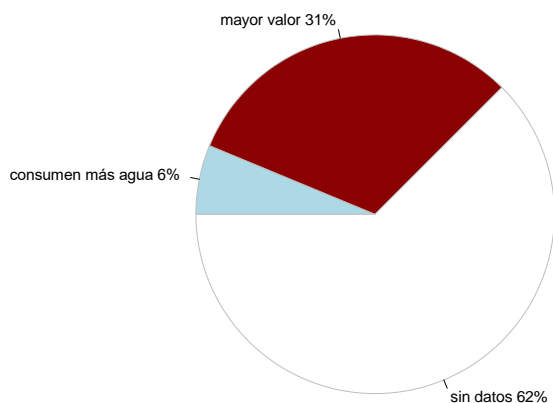


Figura 4 Efecto sobre la variedad de cultivo

#### •• Efecto sobre los costes energéticos

Por último, el efecto sobre el coste y el consumo de energía es una variable de gran importancia para los agricultores y comunidades de regantes que invierten en de modernización. Más de la mitad de los estudios de la muestra informan de un aumento de los costes y/o del consumo de energía tras la modernización, sobre todo asociado a la conversión de riego por inundación a riego por goteo o aspersión. Sólo en un estudio de caso, en el Campo de Cartagena, la comunidad de regantes consiguió disminuir los costes energéticos

gracias a la introducción de tecnologías avanzadas de información y comunicación.

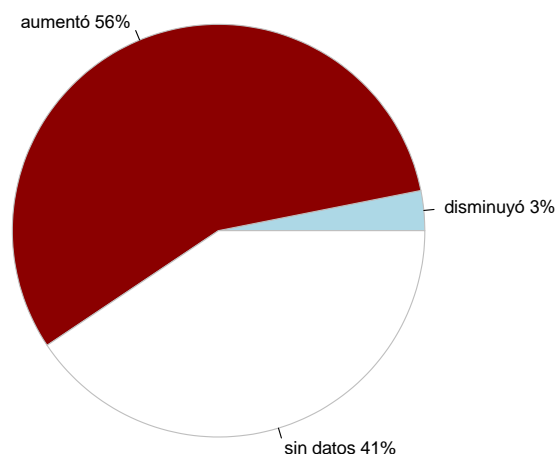


Figura 5 Efecto sobre los costes energéticos

## Conclusiones

Los periodos recurrentes de sequía y el aumento de su intensidad suponen una grave amenaza para la agricultura española. Los agricultores y las asociaciones de usuarios del agua tienen a su alcance una serie de medidas para reducir las pérdidas económicas y, en el mejor de los casos, también los graves daños medioambientales. La mayoría de ellos, sin embargo, son relativamente nuevos y es probable que los interesados necesiten algún tiempo para experimentar con ellos. Una medida especialmente destacada, apoyada por el gobierno español, es la modernización de los sistemas de regadío. Si bien la modernización tiene innumerables ventajas, los estudios sobre el impacto de tales inversiones revelan algunas consecuencias no deseadas como el aumento de los costes de energía. Estas consecuencias sin embargo pueden convertirse en oportunidades (por ejemplo, la inversión en generación y autosuficiencia energética). Muchos de los estudios aquí resumidos no tienen toda la información que quizá podría interesarle a los regantes. Sin embargo, los conocimientos existentes

ya ofrecen la posibilidad de informar a los agricultores y a las comunidades de regantes sobre resultados de las intervenciones, por lo que potencialmente pueden iniciar procesos de aprendizaje y apoyar la toma de decisiones.

## **Contacto y agradecimientos**

Este informe forma parte de un proyecto de investigación que ha recibido apoyo financiero del ESRC Impact Acceleration Account, Leeds Social Sciences Institute, de la Universidad de Leeds.

Última modificación: 27.02.2023

Para más información, contacte con:  
[patrick.hoffmann@uab.cat](mailto:patrick.hoffmann@uab.cat)



## Anexo

Tabla A1. Resumen de referencias por enfoque/medida encontradas en la búsqueda bibliográfica

Enfoque/Medida	Referencias
1. Reformas de los derechos sobre el agua	[1–3]
2. Bancos de agua/Mercados de agua/Reglas de asignación	[4–6,18]
3. Riego deficitario	[7,19]
4. Desarrollo de nuevos cultivos	[8]
5. Aguas residuales/desalinización	[9–12,20]
6. Recarga gestionada de acuíferos	[13,21]
7. Seguros de sequía	[14,15,22–25]
8. Ahorro preventivo	[16]

Para obtener la lista de referencias de la base de datos bibliográfica sobre modernización, póngase en contacto con [patrick.hoffmann@uab.cat](mailto:patrick.hoffmann@uab.cat)

## Referencias

- [1] J.A. Gómez-Limón, C. Gutiérrez-Martín, N.M. Montilla-López, Agricultural Water Allocation under Cyclical Scarcity: The Role of Priority Water Rights, *Water*. 12 (2020) 1835. <https://doi.org/10.3390/w12061835>.
- [2] C. Gutiérrez-Martín, J.A. Gómez-Limón, N.M. Montilla-López, Priority Water Rights for Irrigation at the River Basin Level. Do They Improve Economic Efficiency During Drought Periods?, *Water Resources Management*. 36 (2022) 3737–3758. <https://doi.org/10.1007/s11269-022-03228-8>.
- [3] J.A. Gómez-Limón, C. Gutiérrez-Martín, N.M. Montilla-López, Priority water rights. Are they useful for improving water-use efficiency at the irrigation district level?, *Agricultural Water Management*. 257 (2021) 107145. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107145>.
- [4] N.M. Montilla-López, J.A. Gómez-Limón, C. Gutiérrez-Martín, Sharing a river: Potential performance of a water bank for reallocating irrigation water, *Agricultural Water Management*. 200 (2018) 47–59. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.12.025>.
- [5] G. Giannoccaro, M. Castillo, J. Berbel, Factors influencing farmers' willingness to participate in water allocation trading. A case study in southern Spain, *Spanish Journal of Agricultural Research*. 14 (2016) e0101. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016141-7827>.

- [6] R.U. Goetz, Y. Martínez, À. Xabadia, Efficiency and acceptance of new water allocation rules - The case of an agricultural water users association, *Science of The Total Environment*. 601–602 (2017) 614–625. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.226>.
- [7] M.A. Martínez-Gimeno, A. Zahaf, E. Badal, S. Paz, L. Bonet, J.G. Pérez-Pérez, Effect of progressive irrigation water reductions on super-high-density olive orchards according to different scarcity scenarios, *Agricultural Water Management*. 262 (2022) 107399. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107399>.
- [8] D.J. Fernández-López, J.I. Fernández-Fernández, C. Martínez-Mora, J.A. Bleda-Sánchez, L. Ruiz-García, Productiveness and Berry Quality of New Wine Grape Genotypes Grown under Drought Conditions in a Semi-Arid Wine-Producing Mediterranean Region, *Plants*. 11 (2022) 1363. <https://doi.org/10.3390/plants11101363>.
- [9] L. Gallego-Valero, E. Moral-Pajares, I.M. Román-Sánchez, Crop production and irrigation: Deciding factors of wastewater reuse in Spain?, *Desalination and Water Treatment*. 150 (2019) 91–98. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.23618>.
- [10] M. Aliste, I. Garrido, V. Hernández, P. Flores, P. Hellín, S. Navarro, J. Fenoll, Assessment of reclaimed agro-wastewater polluted with insecticide residues for irrigation of growing lettuce (*Lactuca sativa* L) using solar photocatalytic technology, *Environmental Pollution*. 292 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118367>.
- [11] A.O. Padilla, M. Del Mar Moreno, J. Casares, Ex-post evaluation of the construction of a new desalination plant and enlargement of an existing desalination plant in Águilas, Murcia, Spain, *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 229 (2019) 129–137. <https://doi.org/10.2495/WRM190131>.
- [12] T. Serrano-Tovar, B. Peñate Suárez, A. Musicki, J.A. de la Fuente Bencomo, V. Cabello, M. Giampietro, Structuring an integrated water-energy-food nexus assessment of a local wind energy desalination system for irrigation, *Science of The Total Environment*. 689 (2019) 945–957. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.422>.
- [13] J.D. Henao Casas, E. Fernández Escalante, F. Ayuga, Alleviating drought and water scarcity in the Mediterranean region through managed aquifer recharge, *Hydrogeology Journal*. 30 (2022) 1685–1699. <https://doi.org/10.1007/s10040-022-02513-5>.
- [14] J.A. Gómez-Limón, Hydrological drought insurance for irrigated agriculture in southern Spain, *Agricultural Water Management*. 240 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106271>.
- [15] A. Agudo-Domínguez, C.D. Pérez-Blanco, L. Gil-García, J.A. Ortega, S. Dasgupta, Climate-sensitive hydrological drought insurance for irrigated agriculture under deep uncertainty. Insightful results from the Cega River Basin in Spain, *Agricultural Water Management*. 274 (2022) 107938. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107938>.
- [16] J.A. Gómez-Limón, M.D. Guerrero-Baena, J.A. Fernández-Gallardo, Hedging the risk of hydrological drought in irrigated agriculture: the role of precautionary savings, *International Journal of Water Resources Development*. (2021) 1–25. <https://doi.org/10.1080/07900627.2021.1949699>.
- [17] J. Berbel, C. Gutiérrez-Martín, J.A. Rodríguez-Díaz, E. Camacho, P. Montesinos, Literature Review on Rebound Effect of Water Saving Measures and Analysis of a Spanish Case Study, *Water Resources Management*. 29 (2015) 663–678. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0839-0>.

- [18] V. Martínez-Alvarez, J. Calatrava, D. Martínez-Granados, B. Martín-Gorriz, Analysis of water markets as an adaptive tool to water scarcity in SE Spain's agriculture, in: 2016 American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting, ASABE 2016, 2016. <https://doi.org/10.13031/aim.20162456070>.
- [19] F.A. Lima, J.I. Córcoles, J.M. Tarjuelo, A. Martínez-Romero, Model for management of an on-demand irrigation network based on irrigation scheduling of crops to minimize energy use (Part II): Financial impact of regulated deficit irrigation, *Agricultural Water Management*. 215 (2019) 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.01.006>.
- [20] M.B. Bernabé-Crespo, E. Gil-Meseguer, J.M. Gómez-Espín, Desalination and water security in Southeastern Spain, *Journal of Political Ecology*. 26 (2019) 486–499. <https://doi.org/10.2458/v26i1.22911>.
- [21] C. Rupérez-Moreno, J. Senent-Aparicio, D. Martínez-Vicente, J.L. García-Aróstegui, F.C. Calvo-Rubio, J. Pérez-Sánchez, Sustainability of irrigated agriculture with overexploited aquifers: The case of Segura basin (SE, Spain), *Agricultural Water Management*. 182 (2017) 67–76. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.12.008>.
- [22] M.D. Guerrero-Baena, J.A. Gómez-Limón, Insuring water supply in irrigated agriculture: A proposal for hydrological drought index-based insurance in Spain, *Water (Switzerland)*. 11 (2019). <https://doi.org/10.3390/w11040686>.
- [23] T. Maestro, M. Bielza, A. Garrido, Hydrological drought index insurance for irrigation districts in Spain, *Spanish Journal of Agricultural Research*. 14 (2016). <https://doi.org/10.5424/sjar/2016143-8981>.
- [24] D. Rey, A. Garrido, J. Calatrava, Comparison of Different Water Supply Risk Management Tools for Irrigators: Option Contracts and Insurance, *Environmental and Resource Economics*. 65 (2016) 415–439. <https://doi.org/10.1007/s10640-015-9912-2>.
- [25] M.A. Valenzuela-Mahecha, M. Pulido-Velazquez, H. Macian-Sorribes, Hydrological Drought-Indexed Insurance for Irrigated Agriculture in a Highly Regulated System, *Agronomy*. 12 (2022). <https://doi.org/10.3390/agronomy12092170>.