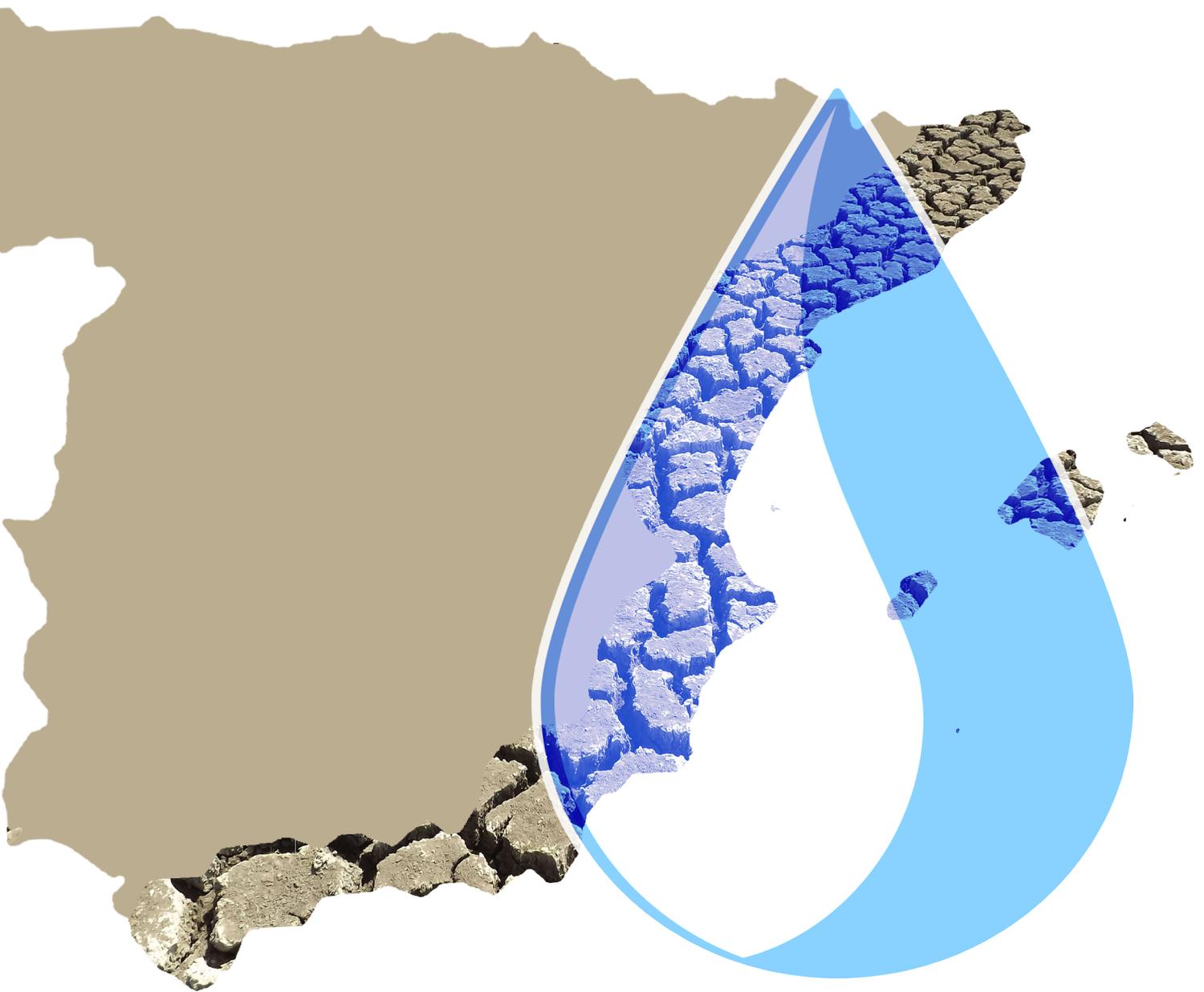


# MÁS CLARO, AGUA

Impacto del cambio climático en la agricultura del arco mediterráneo español



## AUTOR

### **Servicios Técnicos de COAG.**

Agustín de Bethancourt, 17, 5ª p.

28003 MADRID

Telf.: 91 534 63 91

Fax: 91 534 65 37

coagmadrid@coag.org

**Enero 2023.**

## CONTENIDO

El cambio climático en la agricultura mediterránea	1
El agua en la agricultura en España	2
¿Cómo afectaría el cambio climático a las reservas de agua en España?	6
Un ejemplo concreto: la cuenca del río Segura	7
¿Qué podemos hacer?	8
Bibliografía	10



## EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA MEDITERRÁNEA

Tal como recoge el sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2022), es probable que el cambio climático reduzca el rendimiento de los cultivos en muchas zonas del planeta, principalmente debido al aumento de las temperaturas, que afectará a la fenología de los cultivos y acortará su periodo vegetativo (IPCC 2022). Además, el cambio climático provocará un aumento de fenómenos climáticos extremos como pedriscos, inundaciones y sequías.

En el informe publicado por COAG sobre cambio climático (Resco 2022), ya se recogían los principales retos que plantea el cambio climático para cuatro sistemas agrarios en la península ibérica: viñedo, cereal, olivar y dehesa. Además, otros cultivos también se verán afectados de la misma forma.

Por ejemplo, el almendro se podría ver perjudicado por temperaturas más altas durante la floración en variedades tardías (Martínez-Gómez et al., 2017) o en las zonas más cálidas solo con un incremento de 1,5 °C (Lorite et al., 2020). También podría haber una reducción del periodo efectivo de polinización en las zonas más frías (Ortega et al., 2004; Lorite et al., 2020), un incremento de daños por heladas en las zonas más frías (Lorite et al., 2020) y una mayor competencia entre yemas vegetativas y florales por nutrientes y agua, lo que podría conducir a reducciones en la productividad (Benmoussa et al., 2018).

La falta de acumulación de frío podría amenazar también la viabilidad de ciertas variedades de frutales como el melocotonero con un incremento de 1,5 °C o la manzana a partir de los 2 °C en ciertas zonas de la península ibérica (Rodríguez et al., 2019), y el almendro en zonas más cálidas como el valle del Guadalquivir con 1,5 °C (Lorite et al., 2020). Además, el pistacho, como ya está ocurriendo en el norte de África (Benmoussa et al., 2017a; Benmoussa et al., 2017b), podría verse amenazado.

En el caso de los cítricos, tanto el estrés hídrico (García-Tejero et al., 2010) como las temperaturas (Wang et al., 2022) ejercen una gran influencia en la calidad y el rendimiento. Por ejemplo, temperaturas demasiado cálidas en otoño e invierno podrían reducir el número de flores y el cuajado. Si se superan ciertos límites durante la fase de floración, también podría haber un aumento de los abortos (Kumar et al., 2011). Esto implicaría un aumento del riesgo en las zonas de cultivo actuales en la península ibérica (Iglesias et al., 2010).

La agricultura de regadío consume más del 80 % del total del agua del planeta y obtiene aproximadamente el 40% de los alimentos de origen agrícola. Su superficie se ha doblado en los últimos 50 años y ahora constituye alrededor del 20 % de los terrenos cultivados (Meier et al., 2018; Rosa et al., 2020; FAO, 2018; IPCC, 2022).

La región mediterránea es una zona con escasez de agua, no solo en términos absolutos sino también debido a la concentración de lluvias en invierno y a la elevada variabilidad interanual, lo que lleva a la presencia de sequías frecuentes (Lionello et al., 2006).



El cambio climático podría empeorar esta situación al aumentar la evapotranspiración potencial, disminuir las precipitaciones y las reservas de nieve, y aumentar la frecuencia e intensidad de las sequías (IPCC, 2014), lo que provocaría un aumento en la aridez en toda la región mediterránea (Douveille et al., 2021). Como resultado, el estrés hídrico en el secano y la falta de disponibilidad de agua en el regadío se perfilan como los mayores obstáculos a superar en esta zona (Resco, 2022).

Y una mayor aridez incrementa la demanda de agua de los cultivos. Las necesidades globales de riego podrían aumentar un 25 % en el norte y el doble en el sureste del Mediterráneo (Fader et al., 2016), aunque el acortamiento de la temporada de crecimiento (Saadi et al., 2015) y el incremento de la concentración de CO2 (Fares et al., 2017; Fischer et al., 2022) podrían llegar a reducirlas en algún caso. No obstante, las ventajas del aumento de los niveles de CO2 requieren mayor investigación, ya que podrían disminuir en el tiempo debido a una cierta aclimatación de los cultivos (Ramírez y Kallarackal, 2015).

Este aumento también se dará para otros usos como el urbano, lo que en definitiva incrementará la conflictividad y hará más vulnerables los sistemas de regadío ante la escasez del recurso (Jiménez Cisneros et al., 2014).

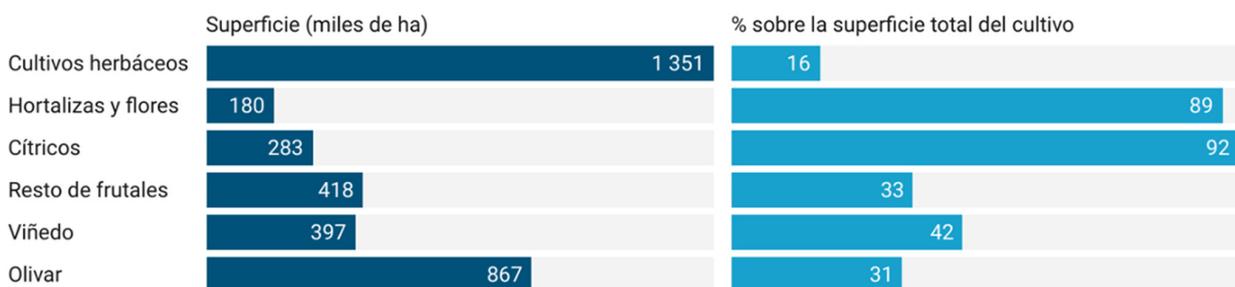
## El agua en la agricultura en España

El agua es un recurso fundamental para la agricultura en España, ya que gran parte de su territorio presenta una gran escasez de agua y una importante variabilidad climática. La agricultura es uno de los principales sectores económicos del país, y la disponibilidad de agua en un clima como el nuestro es esencial para el crecimiento de los cultivos y para garantizar la seguridad alimentaria.

En España, la agricultura se basa en una combinación de cultivos de secano y de regadío, siendo sólo un 18 % de la superficie registrada como regadío (ESYRCE 2022). No obstante, estos porcentajes varían según las regiones o los cultivos, llegando a alcanzar el 90 % en las hortalizas o los cítricos, mientras que apenas supera el 14 % en los cereales.

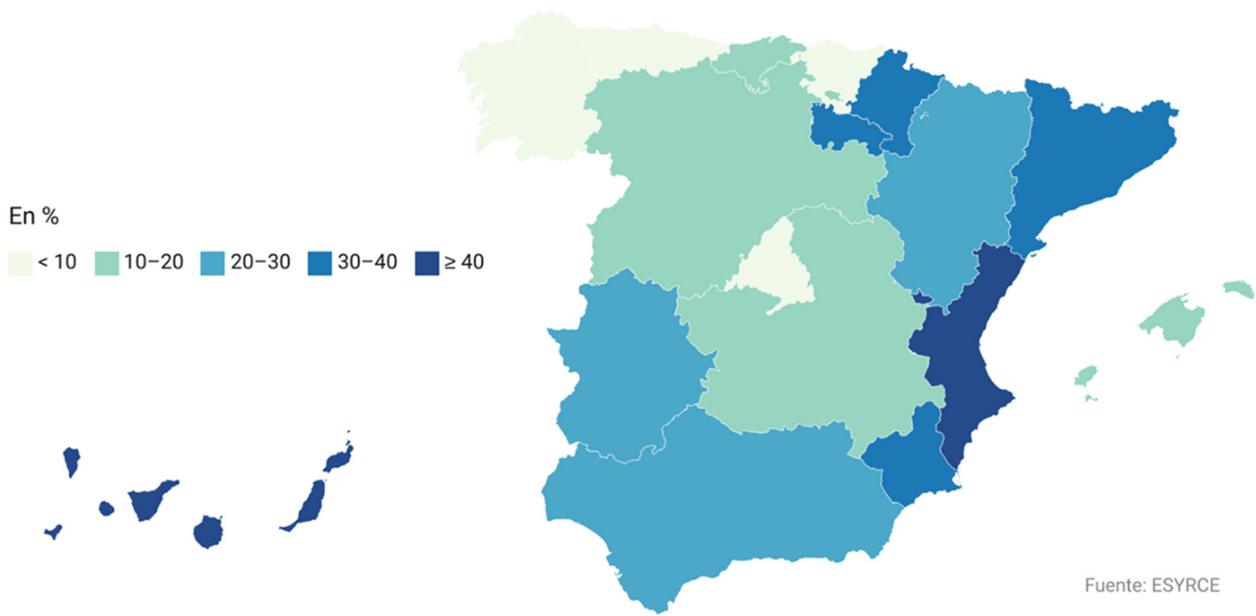
Aunque la disponibilidad de agua es limitada en las zonas más áridas y semiáridas del sur y este de España, el regadío es especialmente importante ya que resulta más rentable y ofrece oportunidades de diversificación de ingresos.

### Superficie de cultivos en regadío



Fuente: ESYRCE

## Superficie agrícola declarada de regadío



En estas zonas, la disponibilidad de agua siempre ha sido un problema debido a la escasez de precipitaciones, lo que ha llevado a veces a una gestión inadecuada del agua y la sobreexplotación de los acuíferos. Esto representa un riesgo importante tanto para la producción agrícola como para la economía del país, especialmente en un momento en el que el cambio climático está empeorando aún más el acceso a este recurso. De hecho, actualmente, hasta un 32 % de las masas de agua subterráneas pueden estar en mal estado (MITECO 2022).

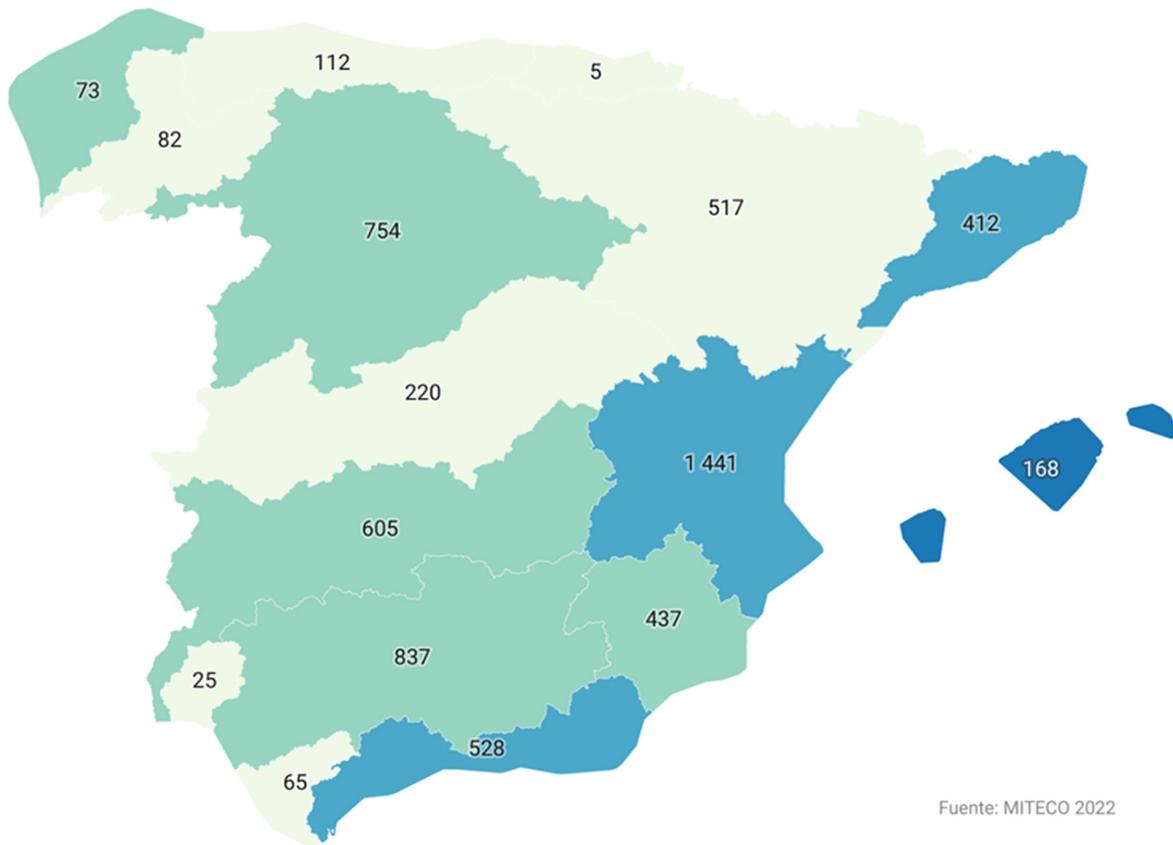
El uso declarado de agua en España alcanza los 28.357 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales un 78 % se destinan a usos agrarios (MITECO 2022). Sin embargo, en los últimos tres años se ha producido una disminución de algo más de 1.000 hm<sup>3</sup>, casi en su totalidad en el sector agrario. Esta disminución se debe, por un lado, a la modernización de los sistemas de riego, que ha permitido aumentar la eficiencia del transporte, la distribución y la aplicación de agua en las parcelas, y por otro, a la expansión del riego deficitario como técnica agronómica aplicada a cultivos mediterráneos como la vid, el olivar y más recientemente, el almendro o el pistacho (Berbel y Espinosa-Tasón 2020).

Del total de agua utilizada, hasta un 23 % proviene de acuíferos en España, aunque este porcentaje varía según las cuencas, superando el 40 % en las Baleares y en las cuencas del Júcar, las Mediterráneas de Andalucía y las internas de Cataluña. En la península ibérica, estas cuatro cuencas son las que muestran una mayor dependencia de recursos que no sean superficiales, ya que, si se suman las transferencias de otras cuencas al suministro de aguas subterráneas, el porcentaje alcanzaría casi el 50 %.

## Agua subterránea usada durante 2021

El color de la leyenda indica los porcentajes sobre el total, el número dentro del mapa indica los hectómetros cúbicos usados en agricultura en cada cuenca

< 20%   20%-40%   40%-60%   60%-80%   ≥ 80%



El cambio climático, con sus mayores temperaturas y menores precipitaciones, aumentaría la evapotranspiración de los suelos y agravaría la disponibilidad de agua en estas zonas.

### Cambios en la ETP con un incremento de 1,5 °C

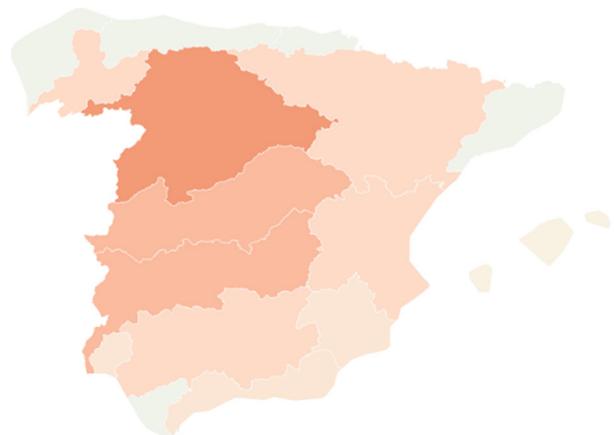
Respecto al periodo de referencia 1961-2000. Expresado en %



Fuente: CEDEX 2017

### Cambios en la ETP con un incremento de 2 °C

Respecto al periodo de referencia 1961-2000. Expresado en %



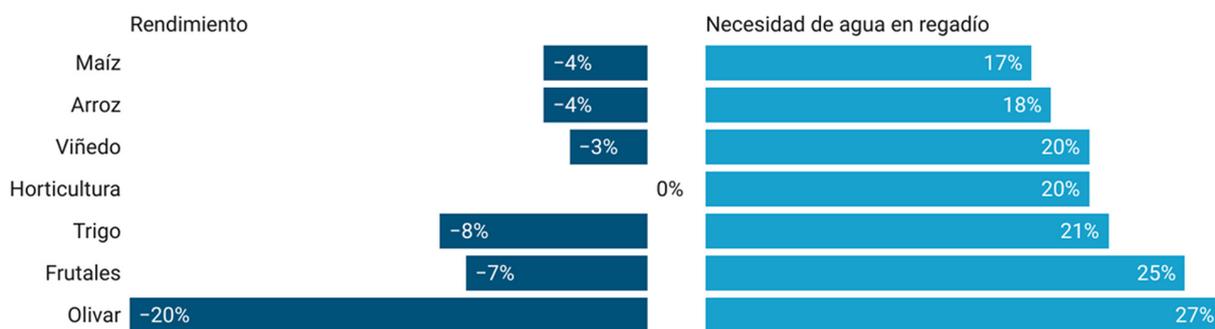
Fuente: CEDEX 2017



Aunque hay discrepancia en cuanto a cuánto se podrían incrementar las necesidades de riego en la península ibérica, trasladando los datos a los cultivos, se estima que un incremento de 2°C en el caso de hortícolas podría aumentar la demanda de agua del cultivo hasta en un 20% (Giannakopoulos et al., 2009; Esteve et al., 2015), sin tener en cuenta el efecto de fertilización por el CO<sub>2</sub>. No obstante, al tener en cuenta este efecto, los resultados se reducirían, mostrando, por ejemplo, con un calentamiento de 2 °C, apenas un incremento de un 3% en cultivos como el tomate (Saadi et al., 2015), o incluso una disminución de un pequeño porcentaje en el caso de la patata (Zhao et al., 2015).

## Potenciales cambios en los cultivos ocasionados por el cambio climático en la cuenca del Guadiana

Para un escenario de incremento de 2°C respecto 1971-2000 sin tener en cuenta medidas de adaptación ni el incremento en la concentración de CO<sub>2</sub>



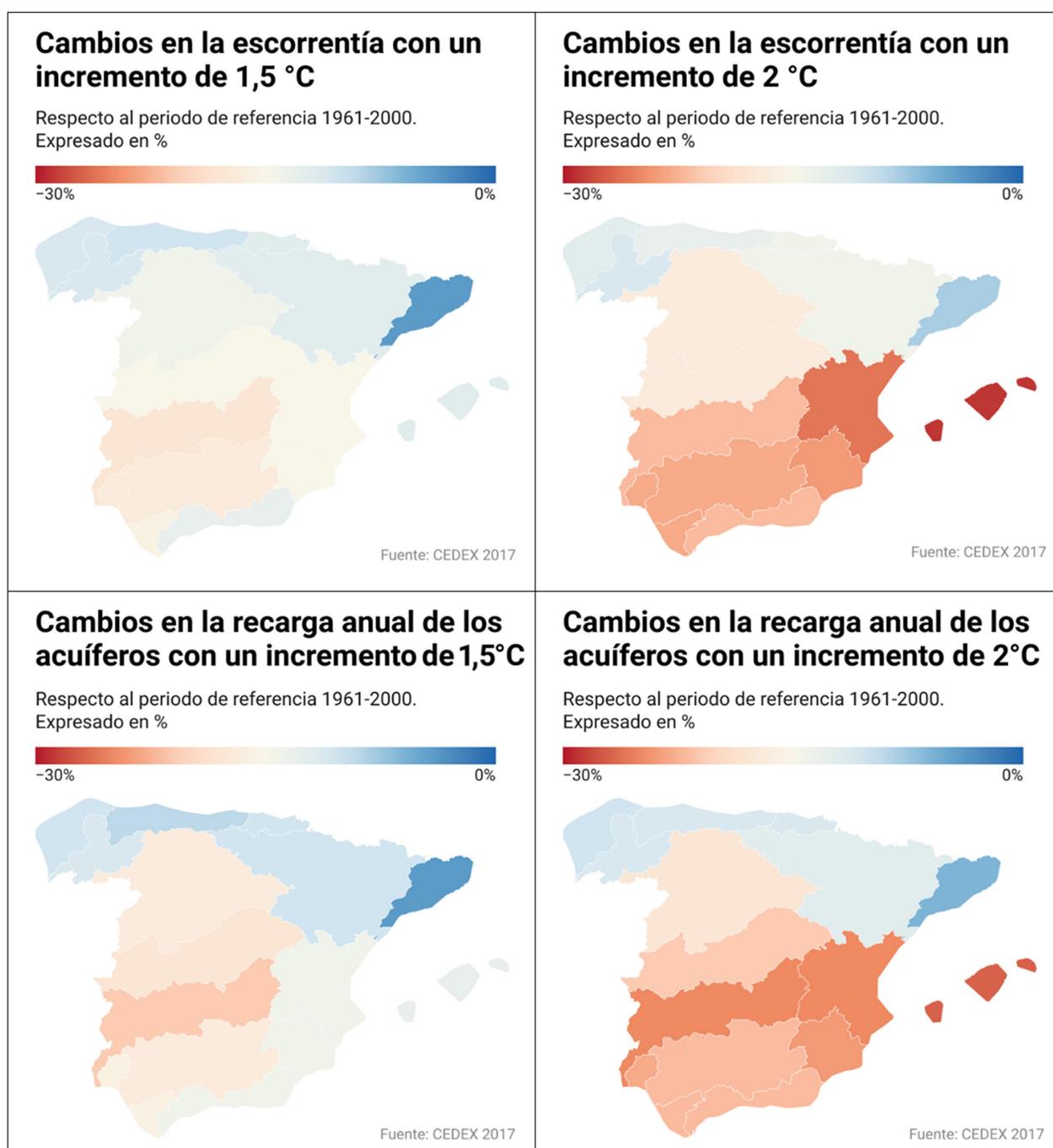
Fuente: Esteve et al.2015

No obstante, aunque el aumento del CO<sub>2</sub> pudiera tener un efecto en la reducción de los coeficientes de transpiración, no llegaría a compensar las pérdidas de agua disponible por la disminución de las precipitaciones y las reservas de nieve (Snyder, R. 2017). Esto podría tener efectos muy graves en las regiones agrícolas donde la escasez de agua impide una expansión sustancial del regadío, al ser una de las herramientas clave de adaptación (Miller, 2017; Lund et al., 2018). Además, se debe considerar el riesgo que el calentamiento y los eventos de calor extremo suponen para los cultivos (IPCC 2022), lo que en conjunto puede derivar en importantes cambios de cultivos (Carmona et al., 2013).



## ¿Cómo afectaría el cambio climático a las reservas de agua en España?

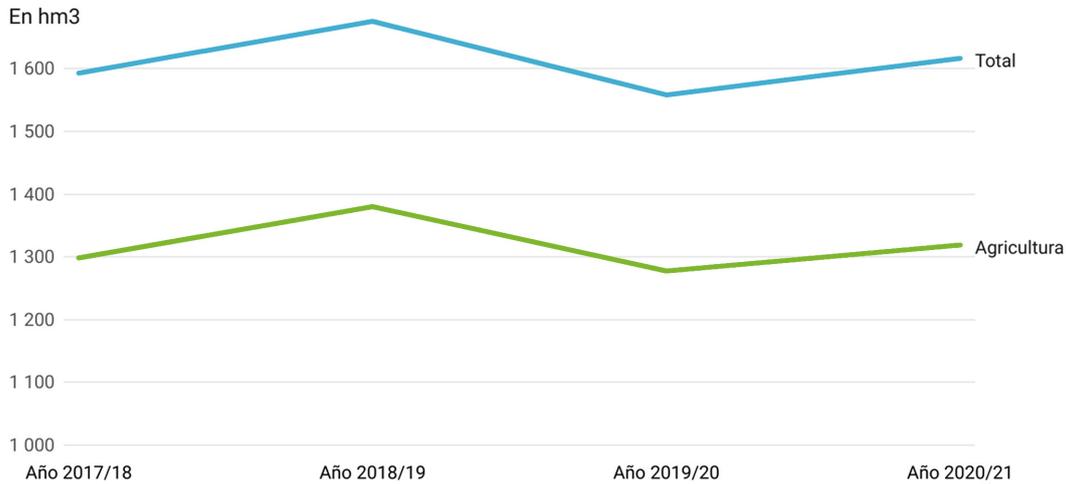
El cambio climático tendría un gran impacto en los recursos hídricos, incluyendo tanto el agua superficial como los acuíferos. En promedio, un aumento de temperatura de 1,5 °C implicaría una reducción del caudal de agua en un 12% en comparación con el periodo de referencia de 1961-2000, mientras que, en caso de alcanzarse los 2 °C, esta reducción sería del 15 % (CEDEX, 2017; Barranco et al., 2018). De manera similar, se espera una disminución del 13 % y 15 % en la recarga de acuíferos, respectivamente. Las zonas más afectadas por estas reducciones se ubicarían en la mitad sur de la península ibérica, donde el riego agrícola es crucial, y algunos de estos efectos ya se están manifestando en algunas cuencas.



## Un ejemplo concreto: la cuenca del río Segura

Actualmente en la cuenca hidrográfica del Segura se está declarando un uso en torno a los 1.600 hm<sup>3</sup> para cubrir las distintas demandas. De este volumen, un 82 % se destina a la agricultura, un 15 % tiene un uso urbano, un 2 % tiene un uso medioambiental y un 1 % se destina al riego de los campos de golf (Miteco 2022).

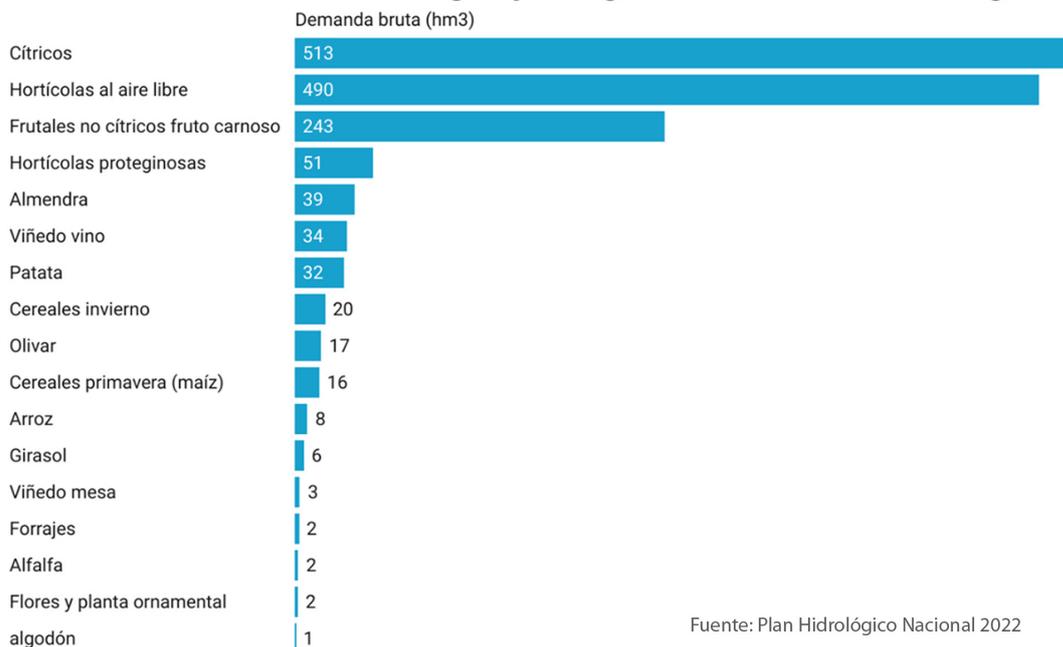
### Volumen de agua para atender la demanda en la cuenca del Segura



Fuente: Miteco 2022

En la zona de riego, el 30 % del agua utilizada proviene de pozos subterráneos y el 16 % del trasvase Tajo-Segura. Sin embargo, el Plan Hidrológico Nacional prevé una reducción entre el 50 y 60 % en las extracciones de agua subterránea para preservar los acuíferos. Aunque cuenta con mantener las aportaciones de la desalinización y del trasvase Tajo-Segura en los niveles actuales, el suministro de agua disponible podría disminuir en un 20 % respecto a la demanda bruta. Hay que tener en cuenta que la demanda bruta incluye todas las pérdidas desde la captación hasta la planta, lo que equivale a un 16 % de las necesidades totales de los cultivos. Entre estos, los cítricos, frutales y hortalizas al aire libre son los que más agua consumen.

### Demanda neta estimada de agua por regadío en la cuenca del Segura

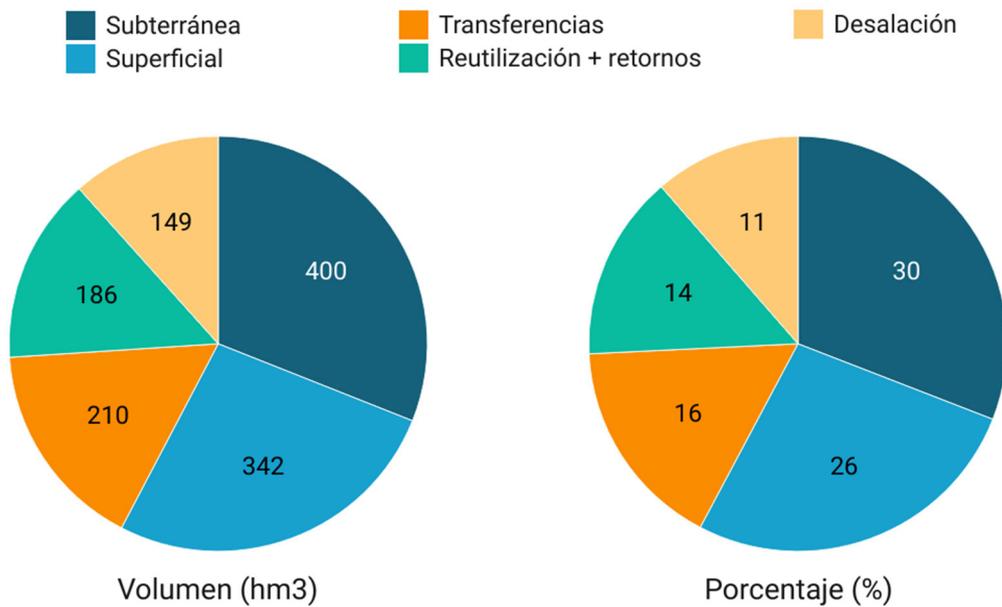


Fuente: Plan Hidrológico Nacional 2022



Para el 2050, se prevé una reducción de más del 20 % en la recarga de los acuíferos y en la escorrentía que nutre al río Segura respecto al periodo actual.

### Origen del agua de riego en la cuenca del Segura Media 2017-2021



Fuente: Miteco 2022

## ¿Qué podemos hacer?

La agricultura es una actividad altamente vulnerable a los impactos del cambio climático, ya que depende en gran medida del clima y los recursos naturales como el agua y los suelos. El aumento de las temperaturas globales y la alteración de los patrones de precipitación pueden provocar condiciones climáticas extremas, como sequías, inundaciones y tormentas, que pueden afectar gravemente la producción de cultivos y la calidad del suelo.

Entre los diversos tipos de agricultura, la de regadío es especialmente vulnerable debido a su gran consumo de agua y su importancia en las zonas áridas o semiáridas. Aunque el agua puede ser una herramienta valiosa de adaptación al cambio climático, su disponibilidad futura y la creciente demanda son preocupaciones críticas.

Para enfrentar estos desafíos, es fundamental abordar la raíz del problema y evitar los peores impactos del cambio climático mediante un compromiso global para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La agricultura es una actividad altamente vulnerable a los impactos del cambio climático, ya que depende en gran medida del clima y los recursos naturales como el agua y los suelos. El aumento de las temperaturas globales y la alteración de los patrones de precipitación pueden provocar condiciones climáticas extremas, como sequías, inundaciones y tormentas, que pueden afectar gravemente la producción de cultivos y la calidad del suelo.



Entre los diversos tipos de agricultura, la de regadío es especialmente vulnerable debido a su gran consumo de agua y su importancia en las zonas áridas o semiáridas. Aunque el agua puede ser una herramienta valiosa de adaptación al cambio climático, su disponibilidad futura y la creciente demanda son preocupaciones críticas.

Para enfrentar estos desafíos, es fundamental abordar la raíz del problema y evitar los peores impactos del cambio climático mediante un compromiso global para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

No obstante, también es necesario implementar medidas de adaptación para hacer frente a los cambios climáticos ya inevitables. La gestión sostenible del agua debe ser una prioridad tanto para la sociedad como para la agricultura. Si bien se están implementando diversas medidas para fomentar el uso eficiente del agua, como la modernización de sistemas de riego, el uso de tecnologías más eficientes y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, es necesario avanzar en una planificación hídrica más integral, que incorpore criterios de sostenibilidad medioambiental, social y económica en la asignación de los recursos.

Los nuevos planes hidrológicos de tercer ciclo (2022-2027) y el futuro plan de acción de aguas subterráneas (2023-2030), que se publicarán en 2023, deben contemplar este enfoque múltiple de la sostenibilidad para lograr una gestión hídrica adecuada y sostenible en el contexto del cambio climático.



## Bibliografía

- Barranco, L. M., Dimas, M., Jiménez, A., & Estrada, F. (2018). Nueva evaluación del impacto futuro del cambio climático en los recursos hídricos en España. *Revista Digital del Cedex*, (191), 34-55.
- Benmoussa, H., Luedeling, E., Ghrab, M., Yahmed, J. B., & Mimoun, M. B. (2017a). Performance of pistachio (*Pistacia vera* L.) in warming Mediterranean orchards. *Environmental and experimental botany*, 140, 76-85.
- Benmoussa, H., Mohamed, G., Ben Mimoun, M., Luedeling, E., (2017b). Chilling and heat requirements for local and foreign almond (*Prunus Dulcis* Mill.) cultivars in a warm Mediterranean location based on 30 years of phenology records. *Agric. For. Meteorol.* 239, 34–46.
- Benmoussa, H., Ben Mimoun, M., Ghrab, M., Luedeling, E., (2018). Climate change threatens central Tunisian nut orchards. *Int. J. Biometeorol.* 62 (12), 2245–2255.
- Berbel, J., & Espinosa-Tasón, J. (2020). La gestión del regadío ante la escasez del agua. *Presupuesto y gasto público*, 101, 137-152.
- Carmona, G., Varela-Ortega, C., & Bromley, J. (2013). Supporting decision making under uncertainty: Development of a participatory integrated model for water management in the middle Guadiana river basin. *Environmental Modelling & Software*, 50, 144–157.
- CEDEX (2017). Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España. Informe Técnico Centro de Estudios Hidrográficos - CEDEX, Tomo único, clave CEDEX 42-415-0-001. Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento.  
[http://www.cedex.es/CEDEX/LANG\\_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CEH/Documentos\\_Descargas](http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CEH/Documentos_Descargas)
- Douville, H., Allan, R. P., Arias, P. A., Betts, R. A., Caretta, M. A., Cherchi, A., ... & Renwick, J. (2022). Water remains a blind spot in climate change policies. *PLOS Water*, 1(12), e0000058.
- Fares, A., Bayabil, H. K., Zekri, M., Mattos-Jr, D., & Awal, R. (2017). Potential climate change impacts on citrus water requirement across major producing areas in the world. *Journal of Water and Climate Change*, 8(4), 576–592. doi:10.2166/wcc.2017.182
- Esteve, P., Varela-Ortega, C., Blanco-Gutiérrez, I., & Downing, T. E. (2015). A hydro-economic model for the assessment of climate change impacts and adaptation in irrigated agriculture. *Ecological Economics*, 120, 49–58. doi:10.1016/j.ecolecon.2015.09.017
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAOSTAT.  
<https://www.fao.org/faostat/es/#home> (last access: 14 dic 2022).



- Fader, M., Shi, S., von Bloh, W., Bondeau, A., & Cramer, W. (2016). Mediterranean irrigation under climate change: more efficient irrigation needed to compensate for increases in irrigation water requirements. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(2), 953–973. <https://doi.org/10.5194/hess-20-953-2016>
- Fares, A., Bayabil, H. K., Zekri, M., Mattos-Jr, D., & Awal, R. (2017). Potential climate change impacts on citrus water requirement across major producing areas in the world. *Journal of Water and Climate Change*, 8(4), 576–592. <https://doi.org/10.2166/wcc.2017.182>
- Fischer, G., Melgarejo, L. M., & Balaguera-López, H. E. (2022). Review on the impact of elevated CO<sub>2</sub> concentrations on fruit species in the face of climate change. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 23(2): e2475. ISSN: 0122-8706 ISSNe: 2500-5308 DOI: [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num2\\_art:2475](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2475)
- García-Tejero, I., Romero-Vicente, R., Jiménez-Bocanegra, J. A., Martínez-García, G., Durán-Zuazo, V. H., Muriel-Fernández, J. L. (2010) Response of citrus trees to deficit irrigation during different phenological periods in relation to yield, fruit quality, and water productivity. *Agric Water Manag.* 2010;97:689-699. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.12.012> (2) (PDF) Climate Change and Citrus.
- Giannakopoulos, C., Le Sager, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E., & Goodess, C. M. (2009). Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 C global warming. *Global and Planetary Change*, 68(3), 209-224.
- Guo, L., Dai, J., Wang, M., Xu, J., & Luedeling, E. (2015). Responses of spring phenology in temperate zone trees to climate warming: A case study of apricot flowering in China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 201, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.10.016>
- Iglesias, A., Quiroga, S., & Schlickenrieder, J. (2010). Climate change and agricultural adaptation: assessing management uncertainty for four crop types in Spain. *Climate Research*, 44(1), 83-94.
- IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
- Jimenez Cisneros, B. E., Oki, T., Arnell, N. W., Benito, G., Cogley, J. G., Doll, P., Jiang, T. and Mwakalila, S. S. (2014) Freshwater resources. In: Field, C. B., Barros, V. R., Dokken, D. J., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., Bilir, T. E., Chatterjee, M., Ebi, K. L., Estrada, Y. O., Genova, R. C., Girma, B., Kissel, E. S., Levy, A. N., MacCracken, S., Mastrandrea, P. R. and White, L. L. (eds.) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, pp. 229-269.



- Kumar, K., Rashid, R., Bhat, J.A., Bhat, Z.A. (2011). Effects of high temperature on fruit crops. *Elixir Appl. Botany* 39: 4745-4747.
- Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P., Boscolo, R., Alpert, P., Artale, V., Li, L., ... & Xoplaki, E. (2006). The Mediterranean climate: an overview of the main characteristics and issues. *Developments in earth and environmental sciences*, 4, 1-26.
- Lorite, I. J., Cabezas-Luque, J. M., Arquero, O., Gabaldón-Leal, C., Santos, C., Rodríguez, A., ... Lovera, M. (2020). The role of phenology in the climate change impacts and adaptation strategies for tree crops: a case study on almond orchards in Southern Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 294, 108142.
- Lund, J., J. Medellin-Azuara, J. Durand and K. Stone, 2018: Lessons from California's 2012–2016 drought. *J. Water Resour. Plann. Manage.*, 144(10), doi:10.1061/(asce)wr.1943-5452.0000984.
- Meier, J., Zabel, F., & Mauser, W. (2018). A global approach to estimate irrigated areas—a comparison between different data and statistics. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(2), 1119-1133.
- Miller, K.A., A. F. Hamlet, D.S. Kenney and K.T. Redmond, 2016: *Water Policy and Planning in a Variable and Changing Climate*. CRC Press, ISBN 978- 1482227987. 434 pp. Boca Raton, FL
- MITECO 2022. Memoria del Informe de seguimiento de los PHC y de los recursos hídricos en España. Año 2021 (Avance). <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/seguimientoplanes.aspx>
- Ortega, Encarnación & Egea, J & Dicenta, F. (2004). Effective Pollination Period in Almond Cultivars. *HortScience*. 39. 10.21273/HORTSCI.39.1.19
- Pulido-Velazquez, D., Collados-Lara, A.-J., & Alcalá, F. J. (2017). Assessing impacts of future potential climate change scenarios on aquifer recharge in continental Spain. *Journal of Hydrology*. doi:10.1016/j.jhydrol.2017.10.077
- Ramírez, F. and J. Kallarackal. 2015. Responses of fruit trees to global climate change. *Springer Briefs in Plant Science*. Springer International Publishing, New York, NY. (2) (PDF) Ecophysiological aspects of fruit crops in the era of climate change. A review. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/311065873\\_Ecophysiological\\_aspects\\_of\\_fruit\\_crops\\_in\\_the\\_era\\_of\\_climate\\_change\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/311065873_Ecophysiological_aspects_of_fruit_crops_in_the_era_of_climate_change_A_review)
- Resco, P. (2022). *Empieza la cuenta atrás. Impactos del cambio climático en la agricultura española*. Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos (COAG).
- Rodríguez, A., Pérez-López, D., Sánchez, E., Centeno, A., Gómara, I., Dosio, A., and Ruiz-Ramos, M.: Chilling accumulation in fruit trees in Spain under climate change, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 19, 1087–1103, <https://doi.org/10.5194/nhess-19-1087-2019>, 2019.



- Rosa, L., Chiarelli, D. D., Sangiorgio, M., Beltran-Peña, A. A., Rulli, M. C., D’Odorico, P., & Fung, I. (2020). Potential for sustainable irrigation expansion in a 3 C warmer climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(47), 29526-29534.
- Saadi, S., Todorovic, M., Tanasijevic, L., Pereira, L. S., Pizzigalli, C., & Lionello, P. (2015). Climate change and Mediterranean agriculture: Impacts on winter wheat and tomato crop evapotranspiration, irrigation requirements and yield. *Agricultural Water Management*, 147, 103–115. doi:10.1016/j.agwat.2014.05.008
- Snyder, R. (2017). Climate Change Impacts on Water Use in Horticulture. *Horticulturae*, 3(2), 27. doi:10.3390/horticulturae3020027
- Wang, S., Xie, W., & Yan, X. (2022). Effects of Future Climate Change on Citrus Quality and Yield in China. *Sustainability*, 14(15), 9366.
- Zhao, G., Webber, H., Hoffmann, H., Wolf, J., Siebert, S., & Ewert, F. (2015). The implication of irrigation in climate change impact assessment: a European-wide study. *Global Change Biology*, 21(11), 4031–4048. doi:10.1111/gcb.13008

# MÁS CLARO, AGUA

Impacto del cambio climático en la  
agricultura del arco mediterráneo español

