

El impacto de la sequía en la producción agrícola española

<https://doi.org/10.53479/39745>

Artículo 07
08/05/2025

Motivación

La intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos podrían verse exacerbadas a raíz del cambio climático, condicionando con mayor intensidad los rendimientos de la producción agrícola. El presente artículo analiza los efectos de la sequía sobre la producción de un grupo de cultivos relevantes para la agricultura española.

Ideas principales

- Se utiliza información climatológica granular y de producción y superficies agrícolas a nivel provincial durante el período 2000-2023 para estimar la relación entre la sequía y los rendimientos agrícolas de diversos cultivos en España.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el impacto adverso de la escasez de agua sobre los rendimientos agrícolas es heterogéneo por tipo de cultivo. En concreto, se encuentra que dicho impacto es mayor en el trigo, la cebada y el olivar (cultivos mayormente de secano) que en el naranjo y el maíz (cultivos donde predomina el regadío).
- En España, 2022 y 2023 destacaron por la ocurrencia de períodos prolongados de escasez de agua. Ello habría reducido entre un 20 % y un 30 %, en promedio, los rendimientos del trigo y la cebada, y al menos un 10 % los del olivar.

Palabras clave

Sequía, rendimientos agrícolas, producción agrícola, SPEI.

Códigos JEL

Q15, Q18, C33.

Artículo elaborado por:

Isabel Molina Vileya
Dpto. de Economía
Universidad de Alcalá

Matías J. Pacce
Dpto. de Análisis de la Situación Económica
Banco de España

Introducción

El sector de la agricultura, ganadería y pesca representó, en 2023 y 2024, el 2,5 % del PIB de la economía española. En 2023, las exportaciones del sector agrario no transformado supusieron el 5,2 % del total de las exportaciones de bienes de nuestro país¹.

La producción alcanzada en cada campaña agrícola está determinada por numerosos factores. Algunos de ellos dependen directamente del productor, como, por ejemplo, el grado de rotación de las tierras, el correcto uso de los fertilizantes o la maquinaria y la tecnología utilizada a lo largo de la campaña. Otros factores son, sin embargo, exógenos, entre los que destacan los fenómenos climáticos. Por ejemplo, la escasez o abundancia de precipitaciones o el número de días con temperaturas extremas pueden generar una marcada diferencia en los rendimientos agrícolas obtenidos², lo que podría afectar a los precios de producción y, por tanto, de consumo³. Por ello, el análisis de fenómenos como las sequías y sus efectos sobre la producción adquiere gran interés, en un contexto en el que el cambio climático podría generar un aumento en la frecuencia, intensidad y duración de fenómenos meteorológicos extremos (Banco de España, 2022). Cabe destacar que los efectos negativos de la sequía sobre la producción agrícola podrían verse, a su vez, exacerbados por otros fenómenos climáticos que podrían afectar, en términos económicos, a la agricultura. Por ejemplo, Broto y Hubert (2025) muestran que la desertificación afecta de forma negativa al crédito otorgado al sector agrícola. En este contexto, el presente artículo analiza el impacto de la escasez de agua relativa⁴ sobre los rendimientos de una selección de cultivos relevantes dentro de la producción agrícola española.

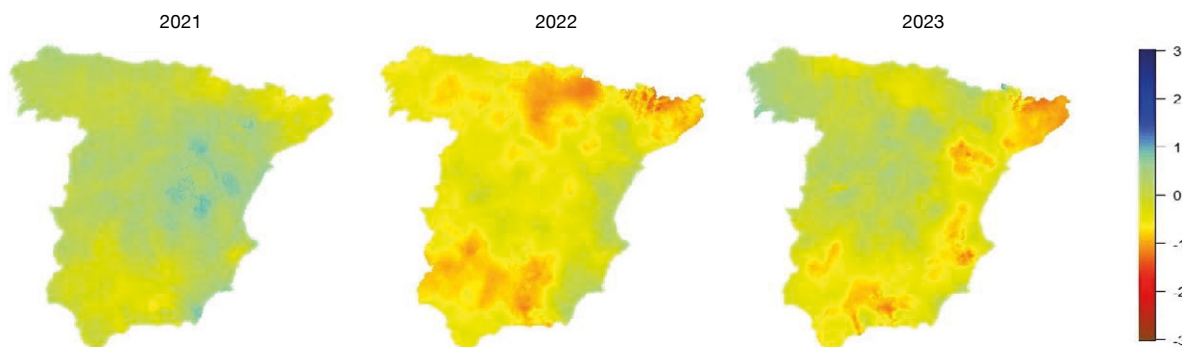
Tras esta introducción, en el segundo epígrafe se aborda la medición de la escasez de agua relativa en España y se describe la importancia en la producción agrícola española de los cultivos seleccionados para este estudio. En el tercer epígrafe se presenta el modelo econométrico utilizado y los resultados obtenidos referentes al impacto de la sequía en la producción agrícola. En el cuarto epígrafe, por último, se estiman los efectos de la sequía en las campañas de 2021/2022 y 2022/2023.

1 El sector agrícola sirve también de insumo esencial a la industria de la alimentación, fabricación de bebidas y tabaco, cuyo peso dentro de la industria manufacturera de España se elevaba, en 2023, al 25,7 %. Las exportaciones del sector agroalimentario (excluido el sector pesquero) alcanzaron, en ese mismo año, el 16,9 % del total de las exportaciones de bienes. Véase Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2024a).

2 Se entiende como rendimiento de un determinado cultivo la producción recolectada en relación con la superficie cultivada.

3 Si bien el análisis de estos efectos sobre los precios queda fuera del alcance de este artículo, cabe mencionar algunos aspectos al respecto. En este sentido podrían existir, por ejemplo, impactos diferenciados dependiendo del tipo de cultivo. Por un lado, los efectos serán menores en aquellos cultivos cuyos precios se determinan en los mercados internacionales y cuya producción española sea poco representativa a escala global (por ejemplo, en cereales como la cebada o el trigo). Por otro lado, en productos donde España es líder en los mercados internacionales, como el aceite de oliva o la naranja, la caída en la producción debido a la sequía podría tener efectos significativos sobre los precios internos e internacionales. Por último, cabe mencionar que los episodios de sequía fuera de España también podrían afectar a los precios de consumo de los alimentos a escala local, si bien la intensidad del impacto dependerá del efecto agregado sobre la producción global del cultivo en cuestión.

4 El término «relativa» refleja el hecho de que el índice estandarizado de precipitación-evapotranspiración (SEPI) mide la escasez de agua en un momento dado en comparación con un período de referencia, como se explica en el epígrafe siguiente.



FUENTE: Elaboración propia a partir de Vicente-Serrano et al. (2017).

NOTA: El gráfico muestra la media anual del SPEI, utilizando una agregación de los registros de precipitación y evapotranspiración del suelo de tres meses, para los años 2021, 2022, 2023.

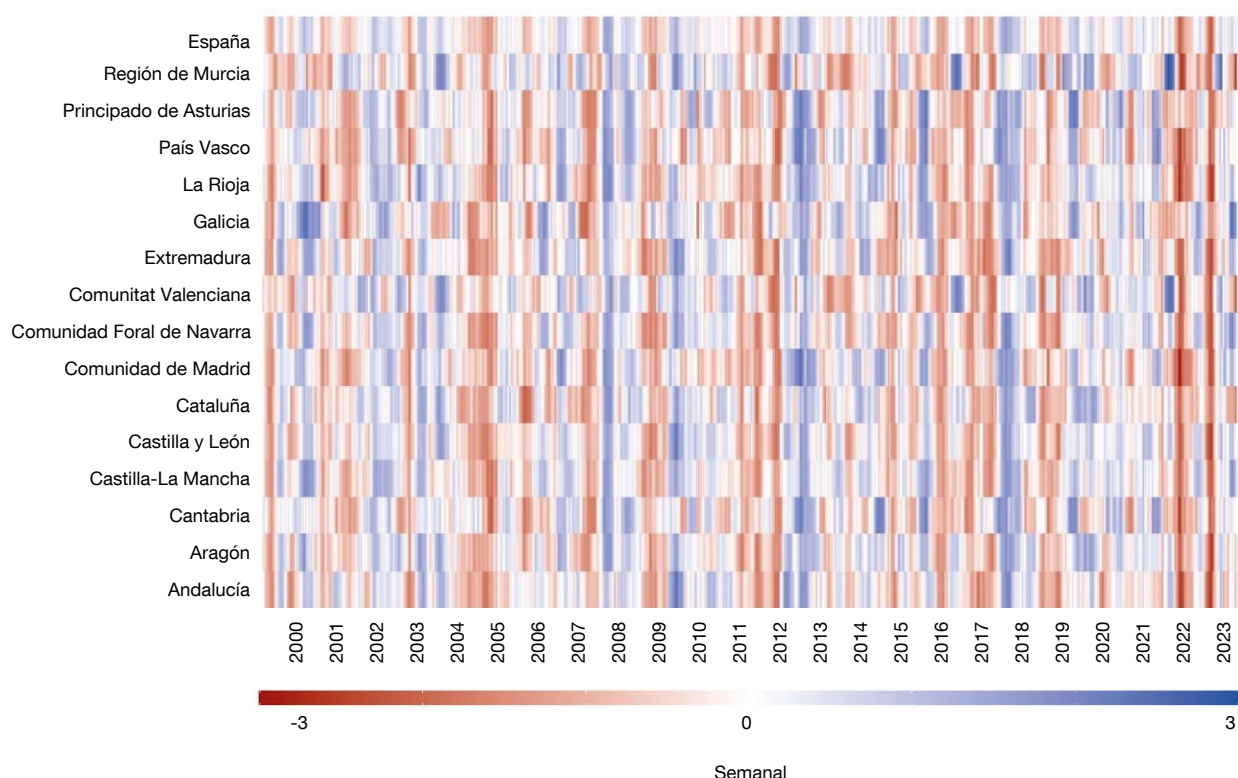
La medición de la escasez de agua relativa en España

De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2023) la sequía puede definirse, desde una perspectiva meteorológica, como un período prolongado de ausencia o de marcada deficiencia de precipitaciones. En OMM (2023) también se indica que la sequía meteorológica puede derivar en sequía agrícola, la cual se relaciona no solo con la escasez de precipitaciones, sino también con una mayor evapotranspiración⁵ y con un déficit de humedad en el suelo. Existen distintas medidas que se suelen utilizar para analizar el grado de sequía existente en una determinada área geográfica y en un determinado momento. Entre ellas, el índice estandarizado de precipitación-evapotranspiración (SPEI, por sus siglas en inglés)⁶ mide la cantidad de precipitaciones acumuladas y la evapotranspiración potencial del suelo en relación con las de un período de referencia. Este índice se publica con frecuencia semanal y varía entre -3 y 3, interpretándose un valor más bajo (alto) del índice como un mayor (menor) nivel de escasez de agua relativa⁷. A modo de ejemplo, en el gráfico 1 se puede ver, para los años 2021, 2022 y 2023, el valor medio del índice SPEI en la geografía peninsular española. Colores rojos (azules) más intensos indican mayor (menor) déficit de agua relativo. El gráfico pone de manifiesto la mayor escasez de agua observada en 2022 y 2023 respecto a 2021, en particular en algunas regiones como, por ejemplo, Andalucía, Cataluña, País Vasco, Aragón o Comunitat Valenciana.

5 La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define la evapotranspiración como «la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo».

6 Véase Vicente-Serrano, Beguería y López-Moreno (2010).

7 El SPEI tiene una resolución espacial de 1,1 km cuadrados y está disponible para diferentes niveles de agregación temporal de los registros de precipitaciones y evapotranspiración potencial del suelo, de modo que dichos niveles de agregación indican el número de meses acumulados hasta la fecha específica —pueden ser agregaciones de 1, 3, 6, 9, 12, 24, 36 y 48 meses—. Las series comienzan en enero de 1961. Para la realización de este trabajo se utiliza el SPEI acumulado de 3 meses.



FUENTE: Elaboración propia a partir de Vicente-Serrano et al. (2017).

NOTA: El gráfico muestra el SPEI, utilizando una agregación de los registros de precipitación y evapotranspiración del suelo de tres meses, para cada una de las semanas en cada comunidad autónoma y en España en su conjunto entre los años 2000 y 2023.

En el gráfico 2 se muestra una visión agregada de la evolución de la escasez de agua relativa a lo largo del período 2000-2023 en las comunidades autónomas (CCAA), a través del cómputo de los índices SPEI de cada una de ellas⁸. Colores rojos (azules) más intensos indican una mayor (menor) escasez de agua. Como es de esperar, en líneas generales, la escasez de agua afecta de forma bastante generalizada a las CCAA en momentos similares, como sucedió, por ejemplo, en 2005, 2009, 2011-2012, 2017 y, recientemente, 2022-2023. Este último episodio destaca por ser el de mayor intensidad de escasez de agua relativa, lo que se refleja también en un nivel medio de precipitaciones y de agua embalsada en España muy inferior al observado en el promedio de los 22 años anteriores⁹.

8 Para ello, se pondera cada observación, recogida a escala municipal, por la superficie del municipio en relación con la superficie total de la comunidad autónoma.

9 De acuerdo con la Agencia Estatal de Meteorología (2024), la media de precipitaciones en el período 2022-2023 fue de 556 mm anuales, mientras que en los 22 años previos la media de precipitaciones en España alcanzó los 660,6 mm anuales, un 18 % más. El volumen medio de agua embalsada fue del 46 % de la capacidad total en el período 2022-2023, mientras que, en la media de los 22 años anteriores, había alcanzado el 51,5 % de la capacidad total (MAPA, 2024b).

Es preciso señalar, no obstante, que existe heterogeneidad a escala regional en la intensidad y en la duración de los episodios de sequía¹⁰. En este contexto, el gráfico 2 muestra que la escasez de agua relativa en el período 2022-2023 se habría prolongado de forma ininterrumpida en regiones como las de Murcia, Cataluña, Navarra o País Vasco, mientras que en otras habría existido un ligero alivio de la situación durante el invierno de 2023. Esta heterogeneidad también se observa en las precipitaciones medias del período 2022-2023, que fueron, respecto del período 2000-2021, un 37,9 % menores en la cuenca hidrográfica interna de Cataluña y en torno a un 31 % más bajas en las cuencas Sur y del Guadalquivir, mientras que se mantuvieron estables en la cuenca del Tajo.

Cultivos seleccionados para el análisis

Como se ha mencionado en la introducción, el presente artículo se centra en el análisis de cinco cultivos de relevancia en la agricultura española. En particular, el trigo (blando y duro), la cebada (de dos y seis carreras), el maíz, el naranjo dulce y el olivar (aceituna de almazara). La selección de estos cultivos obedece a criterios relacionados con la importancia en términos de superficie cultivada, la relevancia de España como exportador del cultivo dentro del comercio internacional o la variabilidad del tipo de sistema de producción agrícola (secano o regadío). En este sentido, los cultivos seleccionados representaban en torno al 47 % de la superficie total cultivada en España en 2022¹¹ y tenían una cuota del 7,6 % del total de las exportaciones agroalimentarias españolas. Cabe destacar, además, que España es el primer productor de aceituna de almazara y de naranja de la Unión Europea (representando el 67,1 % y 43,2 % del total, respectivamente) y es también uno de los principales exportadores de aceite de oliva¹² y de naranja a escala mundial.

Un aspecto relevante en la producción agrícola es el régimen de producción utilizado, entre los que destacan el de secano y el de regadío. En el primero de ellos, el cultivo se abastece de agua de forma natural (a través de las precipitaciones), mientras que en el segundo se precisa, adicionalmente, un aporte artificial de agua, de modo que la producción bajo el régimen de regadío es menos dependiente de las condiciones climatológicas. De acuerdo con la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE) (MAPA, 2024c), en 2023 el 21,6 % de las tierras de cultivo pertenecían a agricultura de regadío¹³ y los cinco cultivos seleccionados representaban algo menos de la mitad (46 %) de esa superficie. El 93 % y el 92 % de las tierras de cultivo de maíz y naranjo en España se destinan, respectivamente, al régimen de regadío, mientras que el 32 % de la superficie cultivada de olivar pertenece a este régimen.

10 A modo de ejemplo, Cantabria, la Comunitat Valenciana y la Región de Murcia parecen haber sufrido, en 2005, una menor intensidad de escasez de agua que el resto de las CCAA. En sentido contrario, la Comunitat Valenciana y la Región de Murcia han sufrido una escasez de agua relativa en el año 2014 que no parece haberse observado en el resto de las CCAA.

11 El trigo, la cebada y el olivar abarcaban el 45 % del total de la superficie cultivada en España en 2022, mientras que el maíz y el naranjo dulce representaban, respectivamente, el 1,5 % y el 0,9 % de la superficie total.

12 El aceite de oliva se obtiene de la aceituna de almazara, fruto del olivar de almazara, que representó en 2023 el 88 % de la superficie plantada de olivares en España. En 2023, España era el principal exportador de aceite de oliva a escala mundial (con una cuota del 36,2 %), seguido de Italia (18,3 %). Véase MAPA (2024d).

13 De acuerdo con el MAPA, España es el país de la Unión Europea con más superficie destinada a agricultura de regadío.

En cuanto a la distribución geográfica de la producción en el territorio español, los cultivos analizados están presentes en la mayoría de las CCAA, si bien se concentran en algunas áreas geográficas. La cebada y el trigo, por ejemplo, están presentes en amplias zonas del territorio, donde destacan las comunidades de Castilla y León, Castilla-La Mancha y Andalucía. Por su parte, la producción de maíz se reparte, principalmente, entre las comunidades de Castilla y León, Aragón y Cataluña¹⁴, mientras que la de la naranja se concentra en la Comunitat Valenciana y en Andalucía. Por último, en el caso del olivar, Andalucía contribuye con el 60 % de la superficie cultivada.

El impacto de la sequía en los rendimientos agrícolas: modelo y resultados

El análisis del impacto de la sequía en el rendimiento de la producción agrícola se basa en la aproximación propuesta por Kuwayama, Thompson, Bernknopf, Zaitchik y Vail (2019). En este sentido, se relaciona el rendimiento obtenido de un cultivo determinado con el número de semanas —dentro de cada campaña agrícola— en que dicho cultivo se vio expuesto a una mayor o menor escasez de agua relativa. En particular, siendo r_{it} el logaritmo del rendimiento de un cultivo en la provincia i ¹⁵ y en el año t , se define la siguiente ecuación:

$$r_{it} = \alpha + \beta_1 D_{i1t} + \beta_2 D_{i2t} + \beta_3 D_{i3t} + \gamma_t + \rho_i + \varepsilon_{it} \quad [1]$$

donde D_{i1t} , D_{i2t} y D_{i3t} indican el número de semanas, durante la campaña t , en el que el índice SPEI se encontró dentro de tres umbrales de escasez de agua predeterminados (respectivamente, sequía moderada, severa y extrema). De esta forma, β_1 , β_2 y β_3 capturan el efecto de una semana adicional en cada rango de escasez de agua sobre el rendimiento del cultivo analizado¹⁶. Para el índice SPEI provincial, se pondera el número de semanas en cada uno de los umbrales por el peso de cada municipio en términos de la superficie plantada del cultivo analizado en relación con la superficie total cultivada de dicho cultivo en la provincia de interés.

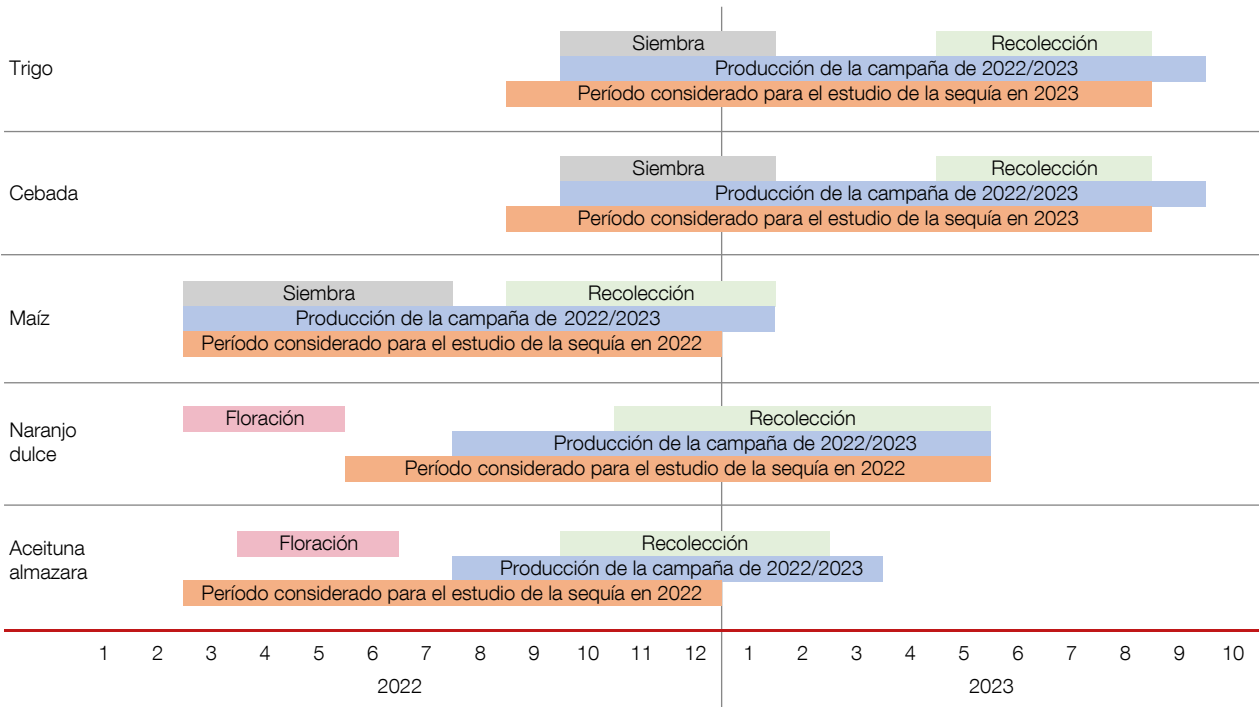
En el esquema 1 se observan los meses de cada año cuya producción es considerada por el MAPA como perteneciente a cada cosecha para cada uno de los cultivos (barras azules). En el caso de algunos de los cultivos considerados, dicho período no abarca todo el ciclo de siembra o floración, momentos en los cuales la ocurrencia de escasez de agua puede afectar a los rendimientos obtenidos. Por ello, al objeto de analizar el impacto de la sequía sobre la producción, se adapta —para cada uno de los cultivos bajo estudio— el período climático considerado para cubrir aquel con efectos potenciales sobre los rendimientos. Para ello, se tiene en cuenta el

14 La producción de maíz en régimen de secano se ubica, principalmente, en Galicia.

15 Se dispone de información de superficie cultivada a escala municipal para las 32 provincias pertenecientes a las comunidades autónomas de Andalucía, Aragón, Región de Murcia, Comunitat Valenciana, Cataluña, Castilla y León y Castilla-La Mancha. No obstante, los cultivos seleccionados no son producidos en las 32 provincias, motivo por el cual, dependiendo del cultivo, el número de provincias de la muestra varía desde 11 provincias (naranja dulce) hasta 32 provincias (cebada).

16 α , γ_t y ρ_i capturan, respectivamente, la constante, los efectos fijos que dentro de cada año afectan a todas las provincias y los efectos fijos para cada provincia i que son constantes en el tiempo. Por su parte, ε_{it} es aquella parte de los rendimientos de cada cultivo no explicada por el modelo. Véase el anejo de este artículo para una explicación detallada de la confección de las variables y las fuentes utilizadas.

Esquema 1
Ejemplo de asignación de meses para la imputación de la producción y para el período climático considerado en el estudio del impacto de la sequía en cada campaña



FUENTE: Elaboración propia a partir de MAPA (2021) y MAPA (2024e).
NOTA: Las barras naranjas abarcan el período climático considerado en el estudio del efecto de la sequía sobre cada campaña, mientras que las barras azules se refieren a los meses que el MAPA considera para la imputación de la producción de cada campaña. Véase MAPA (2021) para consultar el calendario de siembra y recolección y MAPA (2024e) para consultar la imputación de la producción mensual de cada cultivo a las correspondientes cosechas.

momento de la siembra, la floración y la recolección de dichos cultivos (barras naranjas)¹⁷. Cabe mencionar que, en los casos del maíz y el olivar, el período considerado no cubre toda la fase de recolección, puesto que el clima en los meses finales de esta no tiene efectos significativos sobre los rendimientos alcanzados. Asimismo, para el trigo, la cebada y el olivar, se incluye en el período de estudio el mes anterior al inicio de la floración o siembra de la campaña agrícola en cuestión y, en el caso del naranjo, se estima necesario eliminar los primeros meses de la floración, que tienen un impacto relativamente menor en la cantidad total de naranja producida, optándose por capturar todo el período en el que se desarrolla el fruto en sus distintas variedades.

La relación descrita en la ecuación [1] se estima, para el período 1999-2023, sobre la base de la información disponible para las campañas agrícolas de los cultivos analizados en este artículo. Los resultados de dicha estimación se describen en el cuadro 1. En particular, en las columnas 1, 3, 5, 7 y 9 se muestra, para cada cultivo, el valor obtenido para los coeficientes β de la ecuación [1]. Como se puede apreciar, se encuentra un efecto negativo y significativo de la escasez de agua relativa en el rendimiento agrícola para el trigo, la cebada y el olivar. A modo de

17 Para definir el período climático considerado se tiene en cuenta la información proveniente del último *Calendario de siembra, recolección y comercialización* (MAPA, 2021).

Cuadro 1

Resultados de la estimación del impacto de la sequía en la producción

	Trigo		Maíz		Cebada		Olivar		Naranja	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Sequía moderada	-0,00869*** (0,00119)	-0,00796*** (0,00119)	-0,00100 (0,00094)	0,00137 (0,00101)	-0,00999*** (0,00077)	-0,00685*** (0,00118)	-0,00489*** (0,00185)	0,00109 (0,00198)	0,00037 (0,00247)	-0,00120 (0,00271)
Sequía severa	-0,01840*** (0,00130)	-0,01505*** (0,00145)	-0,00060 (0,00097)	0,00078 (0,00095)	-0,02433*** (0,00085)	-0,02100*** (0,00142)	-0,01838*** (0,00174)	-0,01243*** (0,00188)	-0,00699** (0,00283)	-0,00662** (0,00288)
Sequía extrema	-0,03343*** (0,00173)	-0,02438*** (0,00219)	0,00125 (0,00106)	0,00210* (0,00113)	-0,04871*** (0,00115)	-0,03959*** (0,00191)	-0,01008*** (0,00227)	-0,00374 (0,00256)	-0,00142 (0,00369)	0,00133 (0,00401)
Precipitaciones		0,06780*** (0,00966)		0,02880*** (0,00578)		0,08238*** (0,00888)		0,08963*** (0,01360)		0,03526** (0,01687)
Precipitaciones ²		-0,01907*** (0,00487)		0,00664** (0,00258)		-0,00663 (0,00441)		-0,00065 (0,00556)		-0,02045** (0,00973)
N.º de provincias	22	22	19	19	32	32	23	23	11	11
N.º de períodos	25	25	24	24	25	25	24	24	24	24

FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Las columnas (1), (3), (5), (7) y (9) muestran los resultados de estimar la ecuación [1]. Las columnas (2), (4), (6), (8) y (10) describen los resultados obtenidos cuando se añaden las precipitaciones y las precipitaciones al cuadrado a dicha ecuación. Sequía moderada, sequía severa y sequía extrema muestran los coeficientes β del modelo relacionados, respectivamente, con el umbral 1, el umbral 2 y el umbral 3 de sequía. (*), (**) y (***) describen la significatividad de los coeficientes al 10 %, 5 % y 1 %. Los valores entre paréntesis se refieren a la desviación estándar de cada coeficiente estimado. Todas las especificaciones incluyen efectos fijos de provincia y año.

ejemplo, en el caso del trigo, una semana adicional de sequía moderada, dentro de una campaña, se traduce en una caída del rendimiento de un 0,9 % (β_1), mientras que una semana adicional de sequía severa y una adicional de sequía extrema generan una caída en el rendimiento del cultivo del 1,8 % y del 3,3 % (β_2 y β_3 , respectivamente). Es decir, los efectos encontrados son crecientes en relación con la intensidad de escasez de agua, algo que también se verifica en el caso de la cebada y del olivar, si bien en este último caso el efecto encontrado en el nivel más elevado de sequía es algo menor que en el nivel inmediatamente anterior.

Entre estos tres cultivos, los mayores efectos de la escasez de agua se encuentran para la cebada, seguida del trigo y, por último, el olivar. En el caso del maíz y el naranja dulce, se encuentra, en términos generales, que el efecto de la sequía tiene el signo esperado, si bien la significatividad del coeficiente solo se verifica en el umbral de sequía severa en el naranja¹⁸. Estos resultados podrían indicar que la relación entre sequía y rendimiento en estos cultivos no se puede capturar plenamente a través de la ecuación [1], debido a la importancia del regadío en ellos.

Adicionalmente, se ha estudiado cómo los resultados cambian si, además de tener en cuenta la escasez de agua en términos del SPEI, se considera como variable adicional en la ecuación [1]

¹⁸ En el caso del maíz, el escaso impacto de la sequía sobre los rendimientos es un resultado que también se encuentra en Kuwayama, Thompson, Bernknopf, Zaitchik y Vail (2019) para Estados Unidos.

Cuadro 2

Resultados de la estimación del impacto de la sequía en la producción. Especificación alternativa

	Trigo	Maíz	Cebada	Olivar	Naranja
	Secano	Regadío	Secano	Secano	Regadío
Sequía moderada	-0,01199*** -0,00129	0,00142 -0,00115	-0,00704*** -0,00148	0,00097 -0,00193	-0,00156 -0,00269
Sequía severa	-0,01740*** -0,00139	-0,00157 -0,00116	-0,02141*** -0,00139	-0,01740*** -0,00220	-0,00713** -0,00288
Sequía extrema	-0,03456*** -0,00209	0,00556*** -0,00142	-0,03732*** -0,00223	-0,01198*** -0,00267	0,00110 -0,00400
Precipitaciones	0,11261*** -0,01225	0,02518*** -0,00642	0,14779*** -0,00976	0,06722*** -0,01709	0,03502** -0,01668
Precipitaciones ²	-0,02667*** -0,00581	0,00488* -0,00293	-0,01687*** -0,00527	0,00609 -0,00754	-0,01853* -0,00957
Embalses		-0,00186** -0,00091			0,00224 -0,00150
N.º de provincias	22	16	32	23	11
N.º de períodos	25	24	25	24	23

FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: Las columnas del trigo, la cebada y el olivar muestran los resultados de estimar la ecuación [1], incluyendo las precipitaciones y las precipitaciones al cuadrado, solo para aquella producción obtenida bajo el régimen de secano. Las columnas del maíz y el naranja dulce describen los resultados de estimar la ecuación [1], incluyendo las precipitaciones y las precipitaciones al cuadrado y el nivel de los embalses, solo para la producción obtenida bajo el régimen de regadío. Sequía moderada, sequía severa y sequía extrema muestran los coeficientes β del modelo relacionados, respectivamente, con el umbral 1, el umbral 2 y el umbral 3 de sequía. (*), (**) y (***) describen la significatividad de los coeficientes al 10 %, 5 % y 1 %. Los valores entre paréntesis se refieren a la desviación estándar de cada coeficiente estimado. Todas las especificaciones incluyen efectos fijos de provincia y año.

las precipitaciones acumuladas durante el período de siembra o floración de cada uno de los cultivos¹⁹. Para los tres cultivos para los cuales se encontraban efectos significativos de la sequía, dichos resultados, en general, se mantienen, si bien se reduce ligeramente el valor de los efectos encontrados. Los resultados obtenidos muestran que un mayor nivel de precipitaciones durante el período de siembra o floración incrementa los rendimientos de cada uno de los cultivos bajo estudio (columnas 2, 4, 6, 8 y 10 del cuadro 1). No obstante, para el naranja, el trigo y la cebada, se encuentra también que el coeficiente asociado a las precipitaciones al cuadrado tiene signo negativo, lo que indicaría que la relación entre el rendimiento y las precipitaciones acumuladas durante el período de siembra o floración puede volverse negativa a partir de un umbral determinado.

Para analizar las particularidades que pueden derivarse del tipo de régimen utilizado (secano o regadío), en el cuadro 2 se muestran, para los tres cultivos donde se encontraron efectos significativos de la sequía, los resultados cuando se incluye solo la producción cultivada bajo el

19 Esta variable se crea a partir del valor observado del índice SPI —que únicamente tiene en cuenta la precipitación, excluyendo la evapotranspiración del suelo— en la última semana del período de siembra o floración de los cultivos analizados, excepto para el caso del naranja, en el que se consideran las precipitaciones de final de la primavera. Ello se estima como aproximación al nivel de precipitaciones acumuladas en dichos períodos. Al igual que con el SPEI, para el índice SPI se toman los registros, en este caso de precipitaciones, acumulados durante los últimos tres meses, y se pondera cada SPI municipal por la superficie plantada de cada cultivo en cada municipio dentro de cada provincia.

sistema de secano. Al comparar los resultados obtenidos con aquellos que tienen en cuenta el total de la producción (columnas 2, 6 y 8 del cuadro 1) se puede apreciar, en líneas generales, que para dichos cultivos los efectos encontrados de la sequía en el rendimiento son mayores cuando se considera solo la producción de secano. Para el caso del maíz y el naranjo dulce, dado que son cultivos mayormente de regadío, se analiza la posibilidad de que el nivel de agua embalsada pudiese tener efectos sobre los rendimientos obtenidos. Para ello, se añade a la ecuación [1] una variable que recoge el número de semanas dentro de cada campaña en las que las reservas de agua embalsada en el embalse más próximo a cada municipio se encuentran por debajo del umbral de emergencia²⁰. Los resultados obtenidos muestran que, en el caso del maíz, un bajo nivel de agua embalsada tendría un efecto negativo sobre los rendimientos del cultivo, probablemente debido a que, con niveles por debajo del umbral de emergencia, comienzan a hacerse más efectivas y frecuentes las restricciones para el riego. No obstante, estos resultados deben tomarse con cautela, ya que no se encuentran efectos significativos de esta variable en el caso del naranjo dulce.

Los efectos de la sequía en las campañas de 2021/2022 y 2022/2023

Para cuantificar el efecto sobre el rendimiento agrícola de la sequía observada durante las campañas de 2021/2022 y 2022/2023 se calcula, por un lado, el rendimiento predicho por el modelo representado en la ecuación [1], utilizando las semanas de sequía observadas en dichas campañas, y, por otro, el rendimiento predicho utilizando el número de semanas de sequía observado en promedio en el período 1999-2021, excluyendo los años 2005 y 2012, por corresponderse con dos años de intensa escasez de agua. La diferencia entre ambos rendimientos predichos puede interpretarse como la caída en dicho rendimiento en las campañas de 2021/2022 y 2022/2023, resultado de la mayor escasez de agua experimentada en este bienio. Este ejercicio se realiza para los cultivos para los cuales se ha encontrado un efecto significativo en los coeficientes asociados a los umbrales de escasez de agua (cebada, trigo y olivar).

Los resultados del ejercicio se exponen en el cuadro 3, donde se observa, por ejemplo, que la sequía habría generado una disminución de los rendimientos alcanzados en el trigo del 15 % en la campaña de 2021/2022 y del 27 % en la de 2022/2023; es decir, una caída media de los rendimientos del 21 % en las dos campañas. Para el caso de la cebada, se encuentra que la sequía habría explicado una caída del 20 % en la campaña de 2021/2022 y del 36 % en la de 2022/2023, o del 28 % en la media de las dos campañas. La disminución en el rendimiento que el modelo identifica como atribuida a la sequía en el caso del olivar habría sido menor, del 10 % en la campaña de 2021/2022 y del 11 % en la de 2022/2023 (arrojando un 10,5 % de caída en promedio). Si se comparan los efectos encontrados con la variación en el rendimiento agrícola observado en el conjunto de España en el promedio de las campañas mencionadas (respecto del rendimiento medio entre 1999 y 2021, excluidos los dos años de sequía señalados), el efecto de

20 El umbral de emergencia se ha definido de acuerdo con el escenario de emergencia establecido por la Agencia Catalana del Agua. Al igual que en el caso de las variables relacionadas con la sequía o las precipitaciones, se pondera el número de semanas por debajo del umbral por el peso de cada municipio en términos de la superficie plantada del cultivo analizado en relación con la superficie total cultivada de dicho cultivo en su provincia.

Cuadro 3

Efecto estimado de la sequía sobre los rendimientos de la cebada, el trigo y el olivar en las campañas de 2021/2022 y 2022/2023

%	Variación en el rendimiento debido al número de semanas observadas en cada campaña en cada umbral de sequía	
	2021/2022	2022/2023
Cebada	-20	-36
Trigo	-15	-27
Olivar	-11	-10

FUENTE: Elaboración propia.

NOTA: El efecto sobre el rendimiento agrícola de la sequía observada durante las campañas de 2021/2022 y 2022/2023 se aproxima de la siguiente forma: por un lado, se estima el rendimiento predicho por el modelo representado en la ecuación [1], utilizando las semanas de sequía observadas en dichas campañas, y, por otro, el rendimiento predicho utilizando el número de semanas de sequía observado en promedio en el período 1999-2021 (excluyendo los años 2005 y 2012, por corresponderse con dos años de intensa escasez de agua). La diferencia entre ambos rendimientos predichos puede interpretarse como la caída de dicho rendimiento en las campañas de 2021/2022 y 2022/2023, resultado de la mayor escasez de agua experimentada en este bienio. Nótese que se consideran únicamente las provincias incluidas en la estimación del modelo (véase nota al pie 15).

la sequía en el rendimiento del trigo y la cebada explicaría, respectivamente, en torno al 85 % y al 90 % de la caída observada. En el caso del olivar, los efectos encontrados son de menor magnitud de lo que cabría esperar, dada la intensidad de la caída de los rendimientos en las campañas de 2021/2022 y 2022/2023. En particular, el efecto de la sequía explicaría en torno al 30 % de la caída observada en los rendimientos en el promedio de ambas campañas.

Es necesario remarcar algunas cautelas con respecto a los resultados obtenidos. En primer lugar, la especificación elegida para el modelo no descarta la posibilidad de que parte del efecto de la sequía se vea capturado por el efecto año (γ_1 en la ecuación [1], común a todas las provincias)²¹. Además, puede que la variabilidad climatológica interprovincial no sea suficiente para separar ambos efectos, dada la concentración de la producción en determinadas áreas geográficas. En segundo lugar, es posible que los efectos causados por la escasez de precipitaciones o las elevadas temperaturas tengan mayor importancia en momentos determinados de la campaña, y ello no esté siendo capturado en la estimación debido a la frecuencia anual de las variables utilizada en este estudio. Como consecuencia de estas consideraciones, los resultados podrían interpretarse como un límite inferior del efecto de la sequía en los rendimientos agrícolas en el caso de estos tres cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Estatal de Meteorología. (2024). *Informe sobre el estado del clima de España 2023*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://doi.org/10.31978/666-24-003-2>

Banco de España. (2022). “Capítulo 4. La economía española ante el reto climático”. En Banco de España, *Informe Anual 2021*, pp. 245-301. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/21108>

21 Este coeficiente captura efectos de un año determinado y comunes a todas las provincias, por ejemplo, el efecto del COVID-19 en la producción agrícola.

- Broto, Carmen, y Olivier Hubert. (2025). "Desertification in Spain: Is there any impact on credit to firms?". Documentos de Trabajo, 2513, Banco de España. <https://doi.org/10.53479/39119>
- Kuwayama, Yusuke, Alexandra Thompson, Richard Bernknopf, Benjamin Zaitchik y Peter Vail. (2019). "Estimating the Impact of Drought on Agriculture using the US Drought Monitor". *American Journal of Agricultural Economics*, 101(1), pp. 193-210. <https://doi.org/10.1093/ajae/aay037>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2021). *Calendario de siembra, recolección y comercialización 2014-2016*. https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/01-calendariosiembra-nuevo-sencilla-1_tcm30-514260.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2024a). *Informe Anual de Comercio Exterior Agroalimentario: 2023*. https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/informecomextanual2023_2_tcm30-690655_tcm30-690655.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2024b). *Anuario de Estadística 2023*. https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/2023/global%202023/ANUARIO_2023.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2024c). *Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos. Año 2023*. https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/boletin20231_tcm30-690544.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2024d). *Análisis de producto: Aceite de oliva*. https://www.mapa.gob.es/fr/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/aceitedeoliva2023_tcm36-693146.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2024e). *Avances de Superficies y Producciones Agrícolas*. Abril, p. 11. https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/cuaderno_abril2024_tcm30-686500.pdf
- Organización Meteorológica Mundial. (2023). *Guidelines on the Definition and Characterization of Extreme Weather and Climate Events*. <https://library.wmo.int/idurl/4/58396>
- Vicente-Serrano, Sergio M., Santiago Beguería y Juan I. López-Moreno. (2010). "A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index". *Journal of Climate*, 23(7), pp. 1696-1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>
- Vicente-Serrano, Sergio M., Miquel Tomas-Burguera, Santiago Beguería, Fergus Reig, Borja Latorre, Marina Peña-Gallardo, M. Yolanda Luna, Ana Morata y José C. González-Hidalgo. (2017). "A High Resolution Dataset of Drought Indices for Spain". *Data*, 2(3), 22. <https://doi.org/10.3390/data2030022>

Anejo

Para la construcción de la variable de rendimientos (r_{it}) de la ecuación [1] se utiliza información del *Anuario de Estadística* publicado por el MAPA. En particular, para cada uno de los cultivos objeto de estudio se toma en cuenta la producción en la provincia i durante la campaña t (P_{it}), en miles de toneladas, y la superficie plantada (S_{it}), en hectáreas²².

Para la construcción de la variable D_{it} se utiliza, principalmente, información referida al SPEI (véase el segundo epígrafe). En primer lugar, se toma el valor del SPEI en el municipio m de la provincia i en la semana τ , $SPEI_{mit}$, y se definen para cada semana τ los siguientes umbrales de sequía:

$$D_{mit} = \begin{cases} D1_{mit} & (\text{sequía moderada}) & -0,5 < SPEI_{mit} \leq -1 \\ D2_{mit} & (\text{sequía severa}) & \text{si } -1 < SPEI_{mit} \leq -1,5 \\ D3_{mit} & (\text{sequía extrema}) & SPEI_{mit} < -1,5 \end{cases}$$

La suma de semanas en cada umbral se utiliza para obtener el vector $D_{mit} = [\sum_{\tau \in t} D1_{mit} \ \sum_{\tau \in t} D2_{mit} \ \sum_{\tau \in t} D3_{mit}]$. Para agrupar las variables D_{mit} a nivel provincial se pondera D_{mit} por el peso relativo del municipio en términos de la superficie cultivada del producto agrario analizado dentro de la provincia²³. De esta forma, para cada provincia i y año t se define, para cada cultivo, la variable D_{it} siguiendo la siguiente especificación:

$$D_{it} = \frac{\sum_{m=1}^N D_{mit} * S_{mi}}{\sum_{m=1}^N S_{mi}}$$

donde S_{mi} es la superficie cultivada del producto bajo análisis en el municipio m de la provincia i .

La información referida a la superficie cultivada a nivel municipal proviene de fuentes autonómicas. En cada caso, se toma el último año para el cual existe información y se asume que el peso relativo del municipio en términos de la superficie cultivada del producto agrario analizado dentro de la provincia se mantiene invariable a lo largo de todo el período.

Cuando se añaden a la ecuación [1] las variables precipitaciones y precipitaciones al cuadrado se utiliza el índice SPI acumulado de tres meses observado al final del período de siembra o

22 El rendimiento de un cultivo en una provincia i y campaña t se define como $r_{it} = P_{it}/S_{it}$. Kuwayama, Thompson, Bernknopf, Zaitchik y Vail (2019) centran su estudio en los rendimientos observados para distintos cultivos en Estados Unidos con una mayor desagregación geográfica, ya que cuentan con datos de producción y superficie y, por tanto, de rendimientos, a nivel de condados dentro de cada estado. El foco del presente estudio, dada la disponibilidad de datos, se centra en los rendimientos de cultivos a escala provincial.

23 El peso relativo se refiere a la superficie cultivada del producto analizado en un municipio determinado sobre la superficie cultivada de dicho producto en la provincia a la cual pertenece el municipio. El SPEI asociado a un municipio se aproxima considerando el índice SPEI que se encuentra más próximo a las coordenadas definidas, para cada municipio, en el nomenclador geográfico del municipio. Alternativamente, se podría tomar el promedio simple del número de semanas en que cada municipio (dentro de una provincia determinada) se encuentra en cada uno de los umbrales definidos. Sin embargo, ello daría igual peso al SPEI observado en cada municipio de la provincia, independientemente de si se encuentra cultivada o no por el producto agrario en cuestión. Es decir, se estaría teniendo en cuenta, por ejemplo, la escasez de agua en zonas desérticas.

floración (dependiendo del cultivo). Al igual que en el caso del SPEI, la variable SPI se pondera por el peso que tiene cada municipio en la superficie total del cultivo dentro de la provincia en cuestión.

Para añadir la variable que indica el número de semanas en que las reservas de agua embalsada por debajo del umbral de emergencia en la provincia *i* durante campaña *t*, se tiene en cuenta el nivel de agua embalsada en el embalse más próximo a cada municipio. Dicho nivel se pondera luego por el peso que tiene cada municipio en la superficie total del cultivo dentro de la provincia en cuestión.

Cómo citar este documento

Molina Vileya, Isabel, y Matías J. Pacce. (2025). "El impacto de la sequía en la producción agrícola española". *Boletín Económico* - Banco de España, 2025/T2, 07. <https://doi.org/10.53479/39745>

Se permite la reproducción para fines docentes o sin ánimo de lucro, siempre que se cite la fuente.

© Banco de España, Madrid, 2025

ISSN 1579-8623 (edición electrónica)