

La megasequía de 1626-1635 y sus impactos en el valle medio del Ebro (España)

The megadrought of 1626-1635 and its impacts on the Middle Ebro valley (Spain)

La megasecada de 1626-1635 i els seus impactes a la vall mitjana de l'Ebre (Espanya)

Josep M. Cuadrat¹

Francisco J. Alfaro Pérez²

Ernesto Tejedor Vargas³

Mariano Barriendos⁴

Roberto Serrano-Notivol⁵

Resumen

El estudio analiza la severidad de la megasequía del período 1626-1635 y sus consecuencias en la economía y la población del valle medio del Ebro, a partir de fuentes *proxy* documentales y dendroclimáticas y los registros históricos del coste de los cereales y la evolución demográfica. En el valle del Ebro, y en particular en su sector central, los años comprendidos entre 1626 y 1635 fueron especialmente adversos, con lluvias irregulares y muy escasas, y elevados valores térmicos no repetidos en decenios, que responden en buena medida a los extremismos de la Pequeña Edad del Hielo. No se trató de un único mal año, ni de una dificultad puntual, sino de déficits acumulados que causaron la pérdida progresiva del rendimiento de los cultivos, carestía de alimentos y malnutrición de la población. Las consecuencias más directas fueron el incremento del precio de los cereales y el aumento extraordinario de la mortalidad, que alcanzaron su peor momento en 1631.

Palabras clave: clima, megasequía, precios del cereal; mortalidad, siglo XVII, valle del Ebro, España.

1. <http://orcid.org/0000-0002-1940-4350>. Universidad de Zaragoza (cuadrat@unizar.es).
 2. <http://orcid.org/0000-0001-7645-455X>. Universidad de Zaragoza (jalfaro@unizar.es).
 3. <http://orcid.org/0000-0001-6825-3870>. Universidad de Albany, Albany, NY (etejedor@albany.edu).
 4. <http://orcid.org/0000-0001-9220-1245>. Universidad de Barcelona (mbarriendos@ub.edu)
 5. <http://orcid.org/0000-0001-7663-1202>. Universidad Autónoma de Madrid (roberto.serrano@uam.es)
- Recibido: X/2021. Evaluado: XII/2021. Versión definitiva: II/2022.

Resum

L'estudi analitza la severitat de la megasecada del període 1626-1635 i les seves conseqüències en l'economia i la població de la vall Mitjana de l'Ebre, a partir de fonts proxy documentals i dendroclimàtiques i els registres històrics del cost dels cereals i l'evolució demogràfica. A la vall de l'Ebre, i en particular en el sector central, els anys compresos entre 1626 i 1635 foren especialment adversos, amb pluges irregulars i molt escasses, i uns elevats valors tèrmics no repetits en decennis, que responen en bona mesura als extrems de la Petita Edat de Gel. No es tractava d'un únic any dolent, ni d'una dificultat puntual, sinó que van consistir en dèficits acumulats que causaren la pèrdua progressiva del rendiment dels conreus, la carestia d'aliments i la malnutrició de la població. Les conseqüències més directes, que van arribar al seu pitjor moment l'any 1631, foren l'increment del preu dels cereals i l'augment extraordinari de la mortalitat.

Paraules clau: clima, megasecada, preus dels cereals, mortalitat, segle XVII, vall de l'Ebre, Espanya.

Abstract

This study analyzes the severity of the megadrought of the period 1626-1635, and the consequences for the economy and population of the middle Ebro valley. The work is based on documentary and dendroclimatic proxy sources, and historical records of the cost of cereals and demographic evolution. In the central sector of the Ebro valley, the years between 1626 and 1635 were particularly adverse, with irregular and very scarce rainfall, and high thermal values not repeated in decades, which reflected to a large extent the extremes of the Little Ice Age. This was not just one bad year or a moment of hardship, but accumulated deficits that caused the progressive loss of crop yields, food shortages, and malnutrition of the population. The most direct consequences were the increase in cereal prices and the extraordinary increase in mortality, which reached its worst level in 1631.

Keywords: climate, megadrought, cereal prices, mortality, 17th century, Ebro valley, Spain.

Introducción

La sequía es un fenómeno natural y recurrente del clima de buena parte de España, y en particular de amplios sectores de la cuenca del Ebro, donde con frecuencia provoca considerables impactos negativos en la agricultura, los recursos hídricos y los ecosistemas naturales. Tanto los datos actuales como las viejas crónicas confirman la existencia de precipitaciones muy irregulares; abundantes en ocasiones, y temidas por su intensidad y por las catastróficas inundaciones que han llegado a provocar; pero, sobre todo, en las rese-

ñas históricas se habla de prolongados períodos secos, de amargo recuerdo en la sociedad y, especialmente, en el campo.

El análisis de las sequías históricas y sus efectos es en la actualidad uno de los temas de investigación de mayor atención en climatología histórica, porque en sociedades de elevada vulnerabilidad frente a cualquier anomalía ambiental, como eran las de la Edad Media y la Edad Moderna, la ausencia prolongada de precipitaciones causaba la disminución o pérdida de las cosechas, que podía derivar en grave crisis alimentaria, pobreza económica, desnutrición y sobremortalidad. Con este interés, recientemente se han publicado trabajos generales que permiten una buena aproximación al conocimiento del fenómeno de las sequías, tanto de su componente meteorológica como en relación con sus repercusiones en la sociedad y en la economía del momento.⁴

En Europa, la abundante información documental existente en muchas regiones favorece el creciente número de investigaciones que analizan los vínculos entre clima adverso y quebranto socioeconómico: por ejemplo, Pfister (1988: 25-53) en Suiza, Brázdil *et al.* (2019b: 1-24) en la República Checa, Garnier (2019: 45-67) en Reino Unido y Francia, o White *et al.* (2018: 331-353) en la Europa mediterránea. En España, desde los trabajos pioneros de Giral i Raventós, la consideración climática y medioambiental está cada vez más presente en la investigación histórica con autores como Barriendos *et al.* (2019: 1-15), Domínguez-Castro *et al.* (2012: 705-722), Rodrigo (2001: 161-183), González-Beltrán (2005: 359-390), García Torres (2016: 323-351), Gorostiza *et al.* (2020: 1-21) y, sobre todo, Alberola Romá (2011; 2013; 2014; 2016: 923-934; 2021), que afrontan el reto de conocer el modo como las sociedades del Antiguo Régimen y sus precarias economías soportaron estas dificultades y también en qué medida intentaron hacerles frente y mitigar sus resultados.

La reconstrucción del clima de los últimos siglos ha permitido examinar las sequías más relevantes, algunas de las cuales han sido calificadas como «megasequías» por tratarse de períodos extremadamente secos, de amplia extensión territorial y prolongada duración temporal.⁵ En el ámbito de la península ibérica, la información disponible permite considerar como tales algunos de los períodos secos de finales del siglo *xvi* y varios otros de los siglos *xvii* y *xviii*,⁶ de los que no se libró el valle del Ebro, como prueban los trabajos de Creus (1999: 9-27), Saz (2003), Vicente-Serrano y Cuadrat (2007: 357-379), Tejedor *et al.* (2017: 93-105; 2015: 1-13) y Cuadrat *et al.* (2016: 883-893; 2021: 44-67).

En las tierras centrales del Ebro, uno de los períodos más severos de señalada ausencia de lluvia se produjo entre los años 1626 y 1635, con graves consecuencias para la región. No se trató de un único mal año o de una dificultad puntual, sino del desgaste progresivo de las capacidades productivas, pues año tras año se fue perdiendo buena parte del rendimiento agrícola, de tal forma que los déficits acumulados condujeron finalmente a la malnutrición, las enfermedades oportunistas y la pérdida de población. Aunque no todos los aspectos de esta megasequía se pueden precisar, la documentación histórica

4. Véase, p.e., Brázdil (2019a: 65-96) y Brázdil *et al.* (2018: 1915-1960).

5. Wetter *et al.* (2014: 349-363).

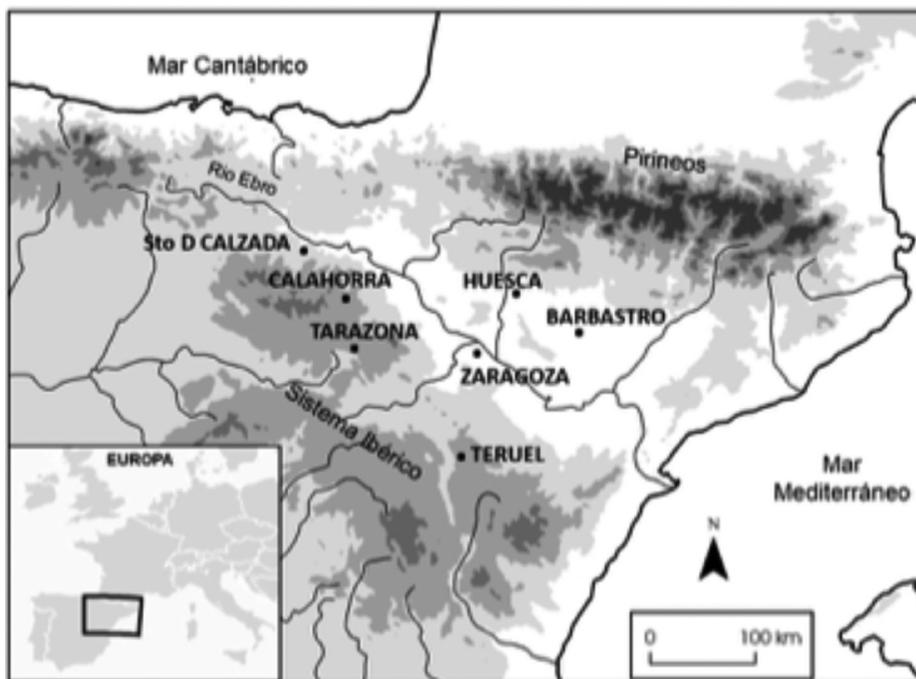
6. Font (1988).

permite realizar una descripción detallada de las características climáticas de la época y sus resultados en la población y su economía. Con este objetivo, en esta investigación se abordan tres temas principales: 1) la amplitud y severidad de la sequía de 1626-1635, con su punto álgido en 1631; 2) los impactos económicos, bien detectables en los precios agrarios, y 3) las consecuencias demográficas, muy visibles en la mortalidad.

El clima de la región

El clima de la cuenca del río Ebro es mediterráneo con importantes matices continentales, fruto de su localización interior en la península ibérica (figura 1). Pero presenta fuertes contrastes entre las abundantes precipitaciones de las cumbres más elevadas de las montañas que rodean la cuenca y la extrema aridez de la región central de la misma, donde en promedio se registran menos de 400 mm de precipitación anual, lo cual la convierte en una de las zonas más secas de la península ibérica.

Figura 1
Área de estudio y localización de los principales núcleos de información documental



A esta característica se suma la irregularidad de las lluvias y el protagonismo que con demasiada frecuencia adquiere la sequía, porque la disminución de los totales pluviométricos repercute en los volúmenes de agua necesarios para el mantenimiento de los cultivos y el propio abastecimiento de agua potable en las poblaciones. La presencia de estos períodos secos se refleja en la vegetación y en el paisaje, y con frecuencia daba origen a rogativas públicas *ad petendam pluviam* ('en petición de lluvia') que sacaban en procesión las imágenes de más arraigada veneración por las calles de los pueblos y ciudades, por campos y montes, implorando la necesaria lluvia para los cultivos. El geógrafo y médico alemán Hieronymus Münzer, que recorrió España en los años 1494 y 1495, en su obra *Itinerarium sive peregrinatio per Hispaniam, Franciam et Alemaniam* dejó escrito este texto al recorrer las tierras del Ebro a su paso por Zaragoza: «La vista de esta cuenca del Ebro medio deja ver inmensas soledades..., en ellas falta el agua, la sed la sacian los hombres y animales en balsas y balsetas... y los pinos son raquíticos con sus ramas al aire pidiendo lo que los vecinos de los lugares piden cuando sacan sus santos en procesión: agua».⁷

Fuentes y metodología

Información climática

En el siglo XVII no se conocen observaciones meteorológicas instrumentales que proporcionen información precisa del clima del nordeste peninsular. En su lugar, se han empleado evidencias documentales históricas consistentes en registros de ceremonias de rogativas por motivaciones climáticas, y también reconstrucciones paleoclimáticas a partir de datos de anillos de crecimiento de los árboles.

En la región mediterránea el problema económico más frecuente era la pérdida de cosechas, y esta estuvo muy relacionada con la insuficiencia de lluvias. Por ello, en un período de importante fervor religioso, las rogativas *pro pluvia* fueron la respuesta humana más frecuente a las anomalías climáticas, y afortunadamente están bien registradas en los escritos de este tiempo. Además, la riqueza documental que se encuentra en los archivos eclesiásticos y municipales es extraordinaria. En muchos de ellos existen abundantes anotaciones de fenómenos hidrometeorológicos con importante grado de detalle, lo cual permite su utilización como indicador climático. Las fuentes de este tipo tienen como características principales su grado de fiabilidad, continuidad en el tiempo y cercanía a la vida cotidiana, donde mejor pueden percibirse los problemas ocasionados por la variabilidad climática y la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos. Los datos más re-

7. *Itinerarium sive peregrinatio per Hispaniam, Franciam et Alemaniam* fue escrito por Münzer con ocasión de un largo viaje que hizo por estas naciones en los años 1494 y 1495. En 1920, el biógrafo L. Pfandl publicó en la *Revue Hispanique* la obra *Itinerarium Hispanicum*, que no es más que la parte correspondiente al recorrido por la península ibérica; de la misma existen varias traducciones al castellano con el título *Viaje por España y Portugal (1494-1495)*. La publicada en 1991 por la editorial Polifemo es la que mencionamos aquí.

levantes empleados en este trabajo provienen de las Actas Capitulares de los archivos eclesiásticos de las catedrales de Calahorra, Zaragoza, Tarazona y Huesca (figura 1). De las mismas se han extraído los registros de ceremonias de rogativas *ad petendam pluviam*, y a partir de ellas se ha calculado un índice de sequía para analizar la frecuencia e intensidad de los períodos secos y su evolución. El índice de sequía se ha generado siguiendo un método similar al llevado a cabo por Martín-Vide y Barriendos (1995: 201-221) mediante la agrupación de varios niveles de rogativas.

La reconstrucción dendroclimática se ha realizado a partir del análisis de los anillos de crecimiento de once lugares de muestreo diferentes del sistema Ibérico, de las especies arbóreas *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra* y *Pinus uncinata*. El trabajo de campo se realizó durante los años 2012 y 2013, en el marco del proyecto de investigación CGL2011-28255, y se extrajeron 294 testigos de crecimiento de árboles *a priori* sanos, sin señales de intervención humana sobre ellos o de procesos geomorfológicos que pudieran condicionar su desarrollo. Todas las series se estandarizaron con objeto de eliminar la tendencia biológica en el crecimiento radial del árbol y se agruparon para formar once cronologías que nos han permitido la reconstrucción climática desde 1465 hasta la actualidad. El proceso de sincronización, estandarización, construcción de la cronología y calibración puede consultarse con mayor detalle en Tejedor *et al.* (2017: 93-105). Esta información, además, se ha completado con los datos que proporciona el *Catálogo de sequías históricas* publicado por CEDEX (2013).

Fuentes demográficas y económicas

La información disponible sobre población y economía anterior al siglo xvii suele ser escasa y fragmentada, y presenta importantes vacíos temporales y espaciales que condicionan la calidad de los datos, razón por la cual no abundan los estudios sobre su evolución en la España moderna. A partir de este siglo, la fiabilidad va incrementándose de manera desigual y progresiva. Los datos de población se han obtenido de dos tipos fuentes documentales: registros parroquiales y documentación municipal de carácter más cualitativo.

Los registros parroquiales constituyen la fuente principal y más regular para estimar la evolución demográfica antes de la aparición del Registro Civil; los segundos, pese a sus limitaciones, permiten extraer noticias puntuales de la vida cotidiana de municipios y concejos. A la dificultad de la dispersión de los fondos, conviene añadir el grado de heterogeneidad de los datos, fruto del diferente estado de conservación y del interés de quienes se encargaron de confeccionarlos. En ocasiones, además, los recuentos civiles realizados en el territorio tenían como principal finalidad la adecuación del reparto de cargas tributarias entre las diferentes localidades (apeos o fogajes), y asimismo entre las unidades fiscales o fuegos de cada una de ellas. El objeto de estos era contar fuerzas económicas agrupadas en torno a un cabeza de familia para cargarlas fiscalmente, lo cual limita su utilidad para el estudio sociodemográfico, porque no cuentan personas sino fuegos (unidades económicas, «familias»), y habitualmente los pueblos se esforzaban por declarar menos fuegos de

los que en realidad tenían, ya que ocultando unos cuantos reducían la carga tributaria que debían repartir. Por todo ello, hemos de señalar que este tipo de recuentos oficiales constituyen siempre un intento lo más aproximado posible al dato real, que complementa donde es posible y con sus limitaciones a los *quimque libri* sacramentales. Para este trabajo se han empleado datos procedentes de 35 localidades de Aragón, Navarra y La Rioja.⁸

La información económica se ha tomado en las fuentes primarias utilizando los sistemas métricos propios de cada lugar, y lo mismo ocurre con las monedas en las que se dan los precios; tanto los unos como las otras difieren en Aragón, Navarra y La Rioja, lo que supone un inconveniente. A este problema se suma la presencia de lagunas, que en ocasiones generan dudas en cuanto a la precisión y uniformidad en el modo en que llegaron a ser registrados los datos; con el añadido de la propia consideración de la añada del cultivo, que en ningún caso se entiende como año natural. Para paliar estas dificultades, en un primer nivel, se han ajustado los datos brutos absolutos con los porcentajes o desviaciones sobre las medias. Un segundo paso ha sido complementar y precisar la información con abundantes referencias cualitativas, con objeto de aproximarse lo más posible a la realidad.

Resultados

La megasequía de 1626-1635

El siglo XVII tiende a ser calificado como uno de los más duros de la Pequeña Edad del Hielo (PEH) por la severidad de sus manifestaciones atmosféricas. En buena parte de Europa, junto con prolongadas sequías, se registraron temperaturas muy bajas como no se habían conocido desde la última glaciación;⁹ y en la fachada mediterránea y la península ibérica fueron habituales los episodios de lluvias torrenciales, seguidos de riadas e inundaciones, interrumpidos por largos períodos de extrema carestía de agua.¹⁰ Este escenario no fue diferente en el valle del Ebro, como refleja la documentación de la época en sus continuas referencias al descenso de las temperaturas, la persistencia de nevadas, la pérdida de cosechas y el recurso a rogativas en demanda de una mejora de las condiciones meteorológicas. Las reconstrucciones de las precipitaciones señalan un notable descenso de la pluviometría, con tres períodos especialmente secos: en torno a 1631, los años centrales del siglo y la década de 1680 (figura 2). En estos casos, las estimaciones realizadas indican que la lluvia llegó a descender casi un tercio con relación a la media de todo el siglo,¹¹ lo cual provocó graves crisis en la sociedad y en la economía.

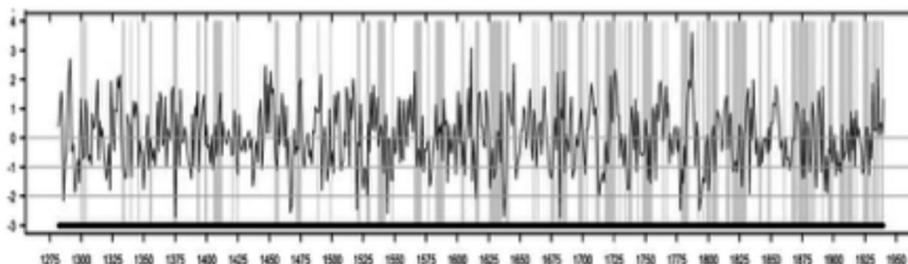
8. Véase la relación de las localidades en el apartado «Fuentes documentales».

9. Leroy Ladurie (1967).

10. Alberola (2014) y Olcina y Martín Vide (1999).

11. Tejedor *et al.* (2019: 1647-1664).

Figura 2
Sequías registradas en la cuenca del Ebro desde 1275 hasta la actualidad,
estimadas por el Instituto Pirenaico de Ecología del CSIC mediante datos
instrumentales y dendrocronológicos



En abscisas, identificación de las clases de sequía: año seco (valores entre 0 y -1); sequía moderada (valores entre -1 y -1,5); sequía intensa (valores entre -1,5 y -2), y sequía extrema (valores inferiores a -2). En color azul, período reconstruido. La línea verde muestra la evolución del índice de sequía; las barras rosadas muestran las sequías más relevantes, donde destaca el período seco de 1626 a 1635. Fuente: CEDEX (2013).

En el valle del Ebro, y en particular en su sector central, los años comprendidos entre 1626 y 1635 fueron especialmente adversos. En el peor momento de este ciclo seco, el año 1631, las consecuencias llegaron a ser catastróficas: los nacimientos cayeron en picado, las muertes se dispararon en algunas parroquias y se produjo una significativa atrofia de la actividad agrícola. En palabras de Alfaro Pérez, «el año 1631 posiblemente fue el más letal de los experimentados por la merindad de Tudela durante toda la Edad Moderna y Contemporánea hasta nuestros días» (Alfaro Pérez, 2006: 182). Los testimonios escritos son muy expresivos de la situación y se extienden por buena parte de la región. En el Libro de Actas del Cabildo de la catedral de Santo Domingo de la Calzada se relata de este modo: «Vistas las necesidades que se padecen de aguas para los frutos, a petición desta ciudad y de los labradores de ella se ordenó se haga Procesión General y novena de misas al Santo».¹² Este mismo año 1631, en Calahorra son varias las resoluciones que recoge el cabildo eclesiástico decretando rogativas para que «nuestro Señor sea servido de embiarnos salud y agua». Rogativas que se repetirán en primavera y verano de 1632.¹³

La extrema aridez de esta época vino precedida por otro año particularmente seco, del que dan testimonio buen número de registros civiles y los archivos catedralicios de Zaragoza, Huesca o Tarazona. En el Libro de Actas del Ayuntamiento de Logroño, en sesión de 31 de mayo de 1630, la difícil situación se relata de este modo: «Acordó la ciudad que por la gran falta de agua que ay y que los campos están secos y perdidos a cuio remedio es forzado acudir haciendo procesiones y rogativas suplicando a su divina Magestad se sirva dar

12. Libro de Actas del Cabildo, denominadas más propiamente Libros de Acuerdos. 1631, v XV.

13. Libro de Actas Capitulares, 1632, ff. 121-122.

clamor y que para ese efecto se saque en procesión al Santo Cristo de la Yglesia Colegial desta ciudad».¹⁴

Sin duda los años 1630 y 1631 son los más secos de este período, tal como lo reflejan las fuentes escritas; pero la sequía fue la principal protagonista del clima prácticamente desde 1626 hasta 1635, con predominio de lluvias irregulares o de escasa cuantía, según se deduce de las reconstrucciones dendroclimáticas. Este descenso de los valores pluviométricos se observó en buena parte de España, pero sobre todo se hizo presente en amplias zonas del sur y el este peninsular. En 1620 comenzó en Andalucía un largo ciclo seco que se mantuvo cerca de quince años, interrumpido por algunos intensos temporales, causantes de catastróficas riadas e inundaciones, como las del río Guadalquivir en febrero de 1624 y en enero de 1626.¹⁵ Estas sequías también se dejaron sentir con intensidad en el Levante y Cataluña: en Valencia, las más graves ocurrieron en 1627; durante ese año las rogativas *pro pluvia* fueron casi diarias, con actos en distintas parroquias, y se contaron un total de nueve meses sin que cayera ni una gota.¹⁶ En la costa catalana los primeros indicios se manifestaron en torno a 1625, y el año 1627 ya figura como muy complicado para el campo por la fuerte y general sequía que se registra, y que persistió los años siguientes.

Esta época de inclemencia pluviométrica parece coincidir con condiciones igualmente desfavorables en buena parte del Mediterráneo occidental. Aunque es difícil establecer patrones espaciales de comportamiento homogéneo en el caso de la precipitación, las recientes investigaciones de Nicault *et al.* (2008: 227-245) señalan un marcado período seco entre 1620 y 1640, que destaca por su duración temporal y extensión territorial. La reconstrucción del índice de sequía de Palmer (eficaz para medir la deficiencia de humedad) a partir de análisis dendroclimático a gran escala de la cuenca mediterránea permite confirmar el dominio señalado de condiciones muy secas en buena parte de España, y sobre todo en la cuenca del Ebro.

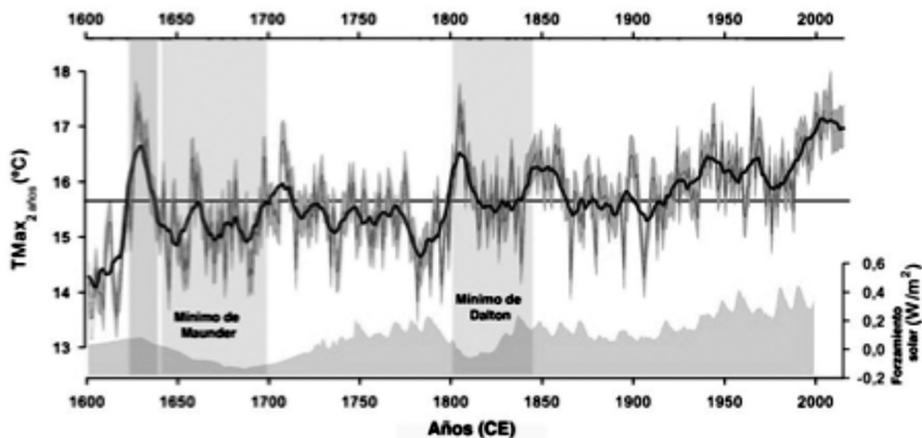
Una característica sobresaliente de estos años analizados, que pone en evidencia el exagerado extremismo del siglo XVII, es la contraposición de insólitos fríos invernales con veranos muy calurosos. En el valle del Ebro este contraste es muy acusado, y sumado a la escasez de lluvias contribuye sin duda al deterioro de las cosechas y de la economía regional. En la reconstrucción de la temperatura máxima, a partir de la información obtenida de los anillos de crecimiento de los árboles, se puede observar la evolución de esta desde el año 1600 hasta el momento presente (figura 3). Son significativos los períodos fríos de la Pequeña Edad del Hielo, el Mínimo de Maunder y el Mínimo de Dalton, junto con destacados ciclos cálidos. Pero, sobre todo, destaca el lapso de altas temperaturas registrado entre 1626 y 1635, con estimaciones térmicas que se aproximan a los elevados valores actuales. Los años coinciden con la megasequía de este momento y seguramente contribu-

14. Libro de Actas del Ayuntamiento de Logroño (1630-1631), f 698-699.

15. Zamora, F. (2014). «Quando el agua llegare aquí Sevilla . . .». La avenida del río Guadalquivir en 1626 según un documento de la Biblioteca da Ajuda, en Lisboa. Centro de História d'Aquém e d'Além-Mar. HID, 407-431. <http://dx.doi.org/10.12795/hid.2014.i41.13>

16. Porcar, P. (2012). *Coses evengudes en la ciutat y regne de València. Dietari (1585-1629)*. Ed. a cargo de Josep Lozano Lerma. Universitat de València, 2 vols.

Figura 3
Reconstrucción de la temperatura máxima (línea naranja) de la cordillera
Ibérica desde 1602



Reconstrucción de la temperatura máxima de la Cordillera Ibérica desde 1602. La línea negra representa una media móvil de 11 años, y la línea normal indica la incertidumbre de la reconstrucción basada en el error cuadrático medio del periodo de calibración. El sombreado de la parte inferior muestra el forzamiento solar obtenido de Crowley, 2000. Junto con los períodos fríos de los denominados Mínimo de Maunder y Mínimo de Dalton se evidencia el periodo cálido de 1626 y 1635. Figura adaptada de Tejedor et al. (2017).

yeron a acentuar su gravedad. Aunque no tengamos muchas noticias escritas con datos de calores extraordinarios, son reseñables las menciones de los veranos de 1632 y 1635, cuando los canónigos de la basílica del Pilar de Zaragoza autorizan a abrir las puertas del templo por el excesivo calor y a que la procesión de San Lamberto en Zaragoza «se haga en derechura a Santa Engracia y no por donde se acostumbra por ser el tiempo tan caluroso».¹⁷

Impactos en la economía

En una economía agraria tan dependiente de la variabilidad climática y de los fenómenos meteorológicos extremos como fue la del valle medio del Ebro en el siglo XVII, estas circunstancias podían afectar a los ciclos de siembra y recolección que derivaban en malas cosechas, escasez, desnutrición y enfermedades, e incidían en la dinámica demográfica, además de sumir al territorio en una gran pobreza. En la mayoría de los casos, y con inde-

17. Actas capitulares del Archivo Metropolitano de la Seo de Zaragoza, v. xxv y xxxi.

pendencia de otras circunstancias,¹⁸ las situaciones graves no surgían como fruto de un mal año climático, sino de la acumulación de varios de ellos y su progresiva incidencia en la sociedad, tal como se observa durante la megasequía de 1626 a 1635.

Los años 1626 y 1627 marcan el inicio de este período seco, con precipitaciones escasas e irregulares que afectan al rendimiento de los cultivos, inciden en el alza del precio de los cereales y generan un marco de escasez cada vez más patente en la región. En Navarra, ante la insuficiencia de la producción agraria y las dificultades de abastecimiento, la Diputación del Reino se vio obligada a importar trigo, y Zaragoza necesitó importar trigo desde Sevilla para poder atender las necesidades alimentarias de la población. En contraste con el anterior, el año 1629 fue considerado bueno para el campo, a pesar de la irregularidad de las lluvias y la intensidad de algunas tormentas.¹⁹ Por el contrario, en 1630 los campos apenas produjeron y la cosecha fue sin duda la peor de toda esta etapa, con lo que la preocupación mayor de los ayuntamientos fue la compra de trigo para abastecer la demanda de la población.²⁰ En 1631 y 1632 la sequía fue persistente y agudizó la ya de por sí crítica situación; estos fueron los peores momentos para la población y su hacienda. Los años siguientes se produjo una cierta estabilidad en el precio del grano a lo largo del ciclo vegetativo del cereal, que respondía a un mayor equilibrio entre los medios de subsistencia y la población (Orta, 1982: 34).

La crisis agraria afectó a Navarra, La Rioja y Aragón, pero se generalizó ampliamente por las regiones vecinas de Castilla, Cataluña y Valencia, donde también se sufría una extraordinaria crisis de subsistencia. Las autoridades de numerosos pueblos inundaron con sus memoriales a los diputados, dando a conocer la situación de sus convecinos y pidiendo algún tipo de socorro a corto plazo que paliara el hambre.²¹ La crisis fue muy amplia y se extendió por gran parte de Europa occidental.²²

Sus efectos más inmediatos fueron el alza súbita del precio del trigo y de los principales productos alimentarios, a los que se sumaron las dificultades de la población para ac-

18. Entre ellas, el proceso de sustitución del cereal por la vid, provocada por la poca rentabilidad del comercio de granos, con todas sus consecuencias; la gestión y control público del mercado agrario; o la repercusión de la guerra de los Treinta Años, que complican más la situación.

19. Libro de Actas del Ayuntamiento de Tudela (1628-1629), f 566-567. Sesión de 2-1-1629: «Este día se confirió y trato en este ayuntam(ien)to que por quanto el tiempo presente va muy riguroso y ay grandes nieves de forma que con las crecidas grandes de los rios podrían cesar las molindas y no se podría moler».

20. «[...] aun habiendo hecho diligencias extraordinarias con sus vinculeros por esos lugares y villas para comprar trigo [...] no le allan y al presente esta el dicho Vinculo con casi cosa ninguna» (Libro de Acuerdo Municipales de Tudela, 1621-1640, f. 206). En septiembre de 1630 se solicita del Consejo Real permiso para repartir el trigo del pósito y la lonja, «vista la necesidad de los labradores y el poco pan que an cojido y no tener trigo para poder sembrar y el gran daño que a de resultar para adelante» (Libro de Actas del Archivo Capitular de Santo Domingo de la Calzada, 1624-1632, f. 400).

21. «No cabe en humano encarecimiento la suma necesidad y la hambre que se padeció no solo en Barcelona, pero por Cathaluña, desde primeros de diciembre de 1630 hasta el junio de 1631», fragmento de la Crónica de Miguel Parets, *De los muchos sucesos dignos de memoria que han ocurrido en Barcelona y otros lugares de Cataluña*, C. Pujol i Camps (ed.), *Memorial histórico español*, vols. xx-xxv (Madrid, 1888-1893).

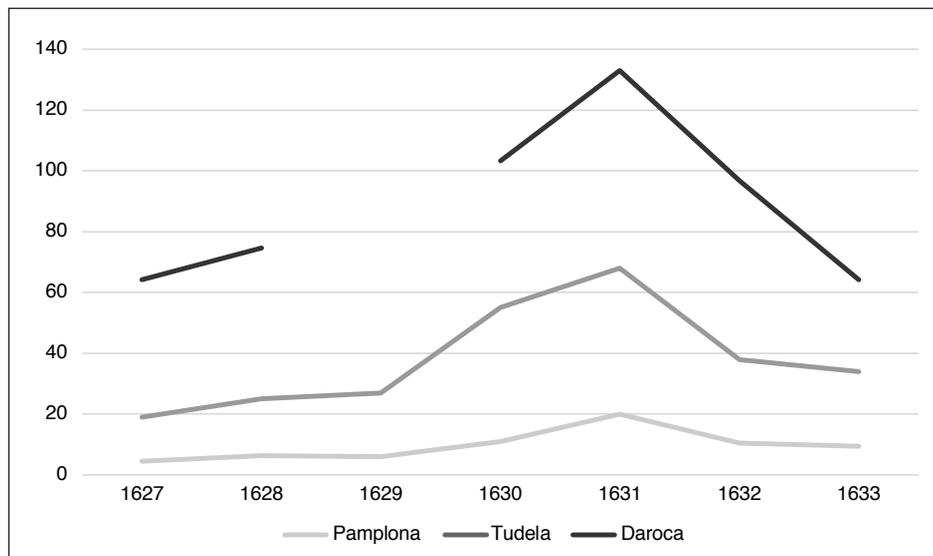
22. En Europa Occidental en su conjunto y en Francia en particular, las tres crisis de subsistencia más graves del siglo xvii fueron las de 1630, 1648 y 1693 (Morineau, M. (1978). *Histoire économique et sociale du monde*. T. II. *Les hésitations de la croissance, 1580-1740*. A. Colin, 98). Las tres están presentes con gran nitidez en España.

ceder a los alimentos y el aumento de los índices de mortalidad como consecuencia de la malnutrición. En 1626 el robo navarro de trigo costaba 15 tarjas, en 1630 valía 50, y en 1631 alcanzó un valor en Tudela de hasta 68 tarjas. El vicario de la villa de Fustiñana relata la situación de este modo:

En este año de 1631 se han visto cosas de muy grande admiración en esta villa y en toda esta comarca: el trigo lo vi vender a 20 reales el robo de trigo de a 17 reales menos tres cornadas, y si no tuviera prevención la villa de trigo se hubiera comprado mucho mas caro, y no se allaba aunque dieran a 22 reales [...]. Pasaron gentes de Sanguesa a buscar trigo y no lo podían allar, y la cebada valio a 8 reales, el centeno a 14 reales el robo, y en Rivaforadada se vendio el robo de centeno a 18 reales. Hubo notabilísima hambre y hubo generalmente muchas enfermedades y murió muchísima gente.²³

El aumento de los precios fue general, y llegó a su cota máxima en 1631 (figura 4); con diferencias territoriales en función de las cosechas recogidas en cada localidad y, lógica-

Figura 4
Evolución anual del precio del trigo. Vínculos de Pamplona (reales navarros por robo) y Tudela (tarjas por robo) y pósito de Daroca (sueldos por cahíz)



Fuente: Arizcun (1989), Orta (1982), Mateos (1997).

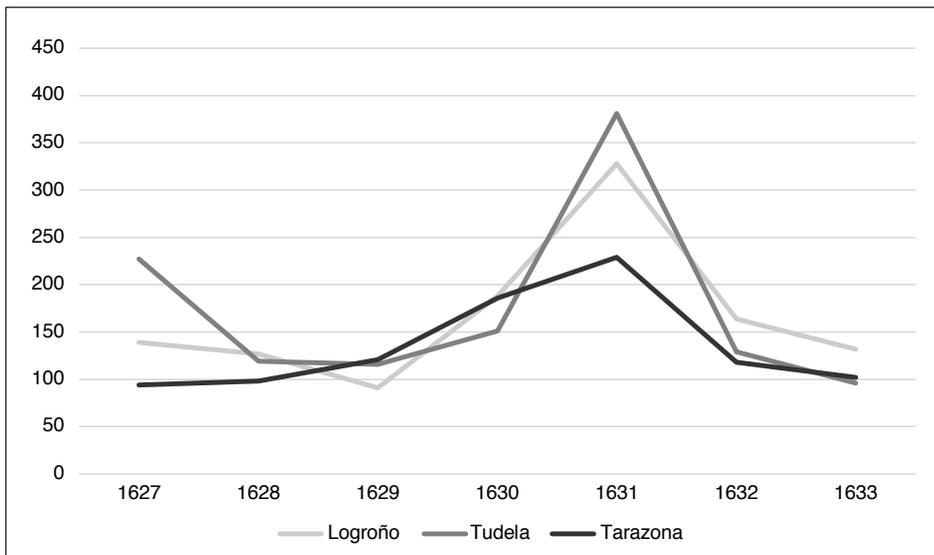
23. Archivo Parroquial de Fustiñana, Libro Difuntos, 1631, f. 39. Recogido por Esteban Chavarría, J. P. (1930). *Memorias históricas de Fustiñana*. Zaragoza, 247.

mente, del grado de previsión y de la gestión de los pósitos municipales para asegurar en parte el abastecimiento de los núcleos de población.²⁴

Crisis de mortalidad

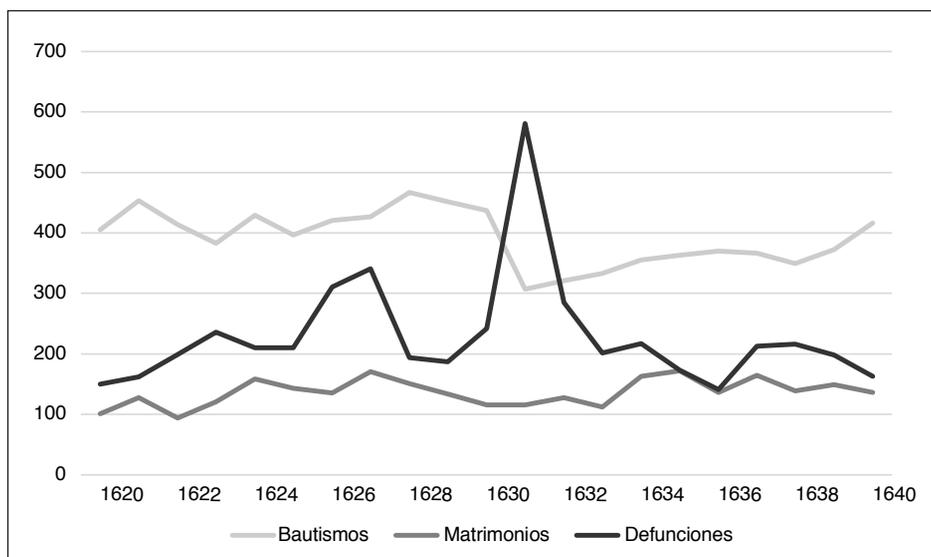
Las repetidas malas cosechas y la crisis alimentaria en el período 1626-1635 provocaron la elevación súbita del número de fallecimientos en un breve lapso, con un máximo también en 1631, además de impulsar en parte la emigración y causar estancamiento demográfico (véase el comportamiento global en la figura 5 y una referencia más detallada de la dinámica demográfica en la figura 6). El alza extraordinaria de la mortalidad está registrada en todos los archivos parroquiales consultados. En 25 de las 35 parroquias estudiadas se observa, al menos en alguno de los años de la megasequía, un incremento de las defuncio-

Figura 5
Número de defunciones anuales en tres localidades representativas del valle medio del Ebro



24. En el contexto de las medidas gubernativas para paliar la exagerada variabilidad de las condiciones atmosféricas, Felipe II impulsó la construcción de pósitos de trigo en cada pueblo, sobre todo a partir de 1580 (Domínguez Ortiz, A. (1963). *La sociedad española en el siglo XVII*. Instituto Balmes de Sociología CSIC).

Figura 6
Dinámica demográfica de la Merindad de Tudela (Navarra)
entre 1620 y 1640. Localidades seleccionadas: Cabanillas, Corella
(San Miguel), Tudela, Valtierra y Villafranca



nes de más de un 50% sobre la mortalidad estimada «normal» del período, proporción que se considera que afectó a las posibilidades de pronta recuperación de dicha población (cuadro 1). El cronista Dormer recordaría varias décadas más tarde que aquellos años «murió infinita gente». Y Estiche, en referencia a estos años, escribía que «la sequedad ha sido tan lamentable que se tiene por cosa de milagro no haberse despoblado los Monegros, Almudebar, Buxaraloz y otros lugares que solían ser el granero de Aragón y no han cogido lo que sembraron».²⁵ La crisis estuvo muy generalizada y se creó un estrecho paralelismo entre precio del trigo y mortalidad; así, en la carta que el comisario regio D. Francisco y Tejada de Mendoza presentó al Ayuntamiento de Logroño se puede leer: «entendido la grande hambre y necesidad que ay en el arzobispado de calaorra y lcalzada y todo el resto de la montaña [...] por la corta cosecha del año pasado de manera que muere la jente de hambre asi en el campo como en poblado».²⁶ Y en Navarra, en plenos sanfermines, el procurador de Tudela en Pamplona escribía a su ciudad: «aquí todo es morir y enfermedad, que por las calles no se topa sino entierros y doctores a la posta» (Orta, 1982: 855). El hambre fue en toda esta etapa el telón de fondo de la mortalidad.

25. Tomado de Salas (1989: 189-198).

26. Libro de Actas del Ayuntamiento de Logroño (1630-1631), t. 784.

Cuadro 1
Porcentaje de aumento de la mortalidad en varias localidades
del valle medio del Ebro entre 1630 y 1631

Localidades	% de aumento sobre la media del quinquenio anterior
Barbastro	217%
Bulbiente	510%
Cabanillas	276%
Cervera del Río Alhama (Santa Ana)	263%
Corella (San Miguel)	331%
Cornago	194%
Grávalos	185%
Moros	300%
Munébrega	269%
Tudela	227%

No parece que el incremento de los fallecimientos durante estos años se debiera al brote de peste bubónica (la denominada peste «milanesa») que devastó la Provenza, el Mediodía francés y localidades del Principado de Cataluña.²⁷ La coincidencia de fechas puede hacer pensar en la propagación del contagio por el valle del Ebro, pero el silencio de las fuentes y la falta de testimonios posteriores hacen pensar que la sobremortalidad no fue debida a una epidemia. Además, eran muy frecuentes las medidas preventivas y, ante la proximidad del peligro, era común cerrar las puertas de las murallas y poner guardas en ellas. Junto con la obsesión por el trigo, la otra preocupación era la peste. Las precauciones se hacían extremas, y bastaba el más pequeño rumor de plaga en algún remoto lugar para que la maquinaria del municipio estuviese pronta a enviar emisarios a Zaragoza, Pamplona, Logroño, Ágreda, etc., a fin de cerciorarse directamente; porque, como decía el enviado de Tudela a Zaragoza en 1629, «aunque la peste estuviese lexos, de mas lexos nos trahen las mercaderías con que se puede inficionar estos Reynos».²⁸ Los estudios bien documentados sobre las epidemias del siglo XVII, como son los trabajos de Monteano (2002), Betrán (2006) o Biraben (1975-1976), detallan la pandemia que sacudió España en los años 1647-1654, y en otros de carácter local apenas cabe encontrar al-

27. Ya en noviembre de 1628 habían llegado noticias de peste en el sur de Francia, cerca de Cataluña, en el Rosellón, y en el Languedoc y Bearne. Huesca, Tarazona y Zaragoza cierran su comercio con esta última región. En junio de 1629, el duque de Feria avisa al Consejo de Guerra de que «ba apretando la peste en Languedoc, de manera que la mayor parte de la gente que residia en la ciudad de Narbona avia perecido». Se recomienda la protección de Cataluña, pero también de las costas andaluzas. En 1630, ante la extensión de la peste por el sur de Francia, se incrementan los temores en Madrid y las precauciones en todas las costas: Valencia renuncia a toda comunicación con Francia, asegurando que la peste está centrada en Marsella y algunos lugares del Languedoc (Domínguez Ortiz, *op. cit.*, p. 112).

28. Actas Municipales de Tudela, secc. Cartas, 29/12/1628.

guna mención, sin aportar mayores precisiones. Como ha señalado Pérez Moreda (1980: 298), la crisis en torno a la fecha de 1631 en el interior peninsular fue, con toda seguridad, una típica crisis agrícola con sus repercusiones inmediatas en la mortalidad de amplias zonas rurales. E idéntica conclusión mantiene la historiadora Carmen Ansón (1977: 91), que señala para Aragón que los factores de la crisis se debieron en ese período exclusivamente el hambre y las malas cosechas.

Conclusiones

Durante el siglo XVII el valle del Ebro se vio afectado gravemente por sequías extraordinarias, a veces plurianuales, que pueden considerarse verdaderas megasequías. La presente investigación muestra que uno de los períodos secos más rigurosos se observó entre los años 1626 y 1635, y afectó no solo a las tierras centrales del Ebro, sino también a buena parte de la península ibérica y el ámbito mediterráneo europeo. La información obtenida de los anillos de crecimiento de los árboles, la frecuencia de rogativas *ad petendam pluviám* y las expresivas descripciones de buen número de fuentes escritas indican que las precipitaciones fueron muy escasas e irregulares, y sus consecuencias, desastrosas para la población y su economía. No se trató de un único mal año, ni de una dificultad puntual, sino de déficits acumulados que alcanzaron su peor momento en 1630 y 1631. Estas megasequías causaron la pérdida progresiva del rendimiento de los cultivos, carestía de alimentos y aumento de la mortalidad, y a la indigencia pluviométrica de estos años se sumó una etapa extremadamente cálida, con valores térmicos no repetidos en decenios, que respondieron en buena medida a los extremismos de la Pequeña Edad del Hielo. Estas condiciones adversas, sobre todo de calor estival, al parecer se convirtieron en protagonistas la mayoría de los años y con toda seguridad afectaron también al desarrollo de la actividad agraria.

Una de las características propias de las sociedades del Antiguo Régimen era la elevada vulnerabilidad de la población ante cualquier anomalía ambiental, y sin duda las sequías constituyeron la base de la inestabilidad tradicional de las producciones del mundo agrario. El largo período seco de 1626-1635 fue la causa de una sucesión de exiguas cosechas y de una importante carencia de trigo, que se fue agudizando conforme se acercaba el año 1631. En estas condiciones de escasez, los precios se dispararon y el cereal ascendió a las cotas más altas de su historia: 65 tarjas llegó a alcanzar el robo de cereal en 1631 en Tudela, cuando cinco años atrás valía 15 tarjas solamente. Buena parte del territorio quedó sumido en una gran pobreza.

Las consecuencias para la población fueron catastróficas y potenciaron el declive demográfico iniciado en los años precedentes, muy evidente en el caso aragonés con la sobremortalidad de 1614-1615. La desnutrición y las enfermedades condujeron a un incremento gradual de la mortalidad que alcanzó su valor más elevado en 1631. Muchos municipios, sobre todo los pequeños, vieron incrementarse en más del 200 % el número de defunciones y pasaron bastantes años hasta que recuperaron su evolución normal. En estos años no

existen noticias concretas de problemas de peste o epidemias en el valle medio del Ebro; en cambio, la población se vio muy afectada por las malas cosechas y por la desnutrición, que fue la causa directa de la elevada mortalidad.

El estudio revela en parte la naturaleza compleja de la interacción entre los factores meteorológicos y los factores socioeconómicos en la configuración de las sociedades humanas. Y aunque hay que alejarse de cualquier determinismo climático para explicar y comprender la complejidad de elementos que pueden intervenir en las crisis del siglo XVII, tampoco se puede negar el extraordinario condicionante que supone el clima en las actividades de la población y, por lo tanto, destaca la necesidad de una colaboración organizada y de enfoques holísticos e interdisciplinarios para analizarlos.

Agradecimientos

Este estudio se ha realizado en el marco del proyecto de investigación CGL2011-28255, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España, y el programa de Grupos de Investigación Consolidados del Gobierno de Aragón y Fondos FEDER. Se debe un agradecimiento especial a los archiveros de las catedrales y registros civiles consultados, por su generosa dedicación y por el apoyo prestado a este trabajo.

Fuentes consultadas

Actas capitulares del Archivo Catedralicio y Diocesano de la Catedral de Calahorra (La Rioja), 1451-1913, 35 vols.

Actas capitulares del Archivo de la Catedral de Santo Domingo de la Calzada (La Rioja).

Libros de Acuerdos Capitulares del Archivo de la Catedral de Pamplona, 1517-1852, 23 vols.

Actas capitulares del Archivo Metropolitano de la Seo de Zaragoza.

Actas capitulares del Archivo de la Catedral de Huesca, 1557-1860.

Actas capitulares del Archivo de la Santa Iglesia-Catedral de Teruel, 1628-1633.

Libro de Gestis del Archivo de la Catedral de Barbastro (Huesca), 1598-1925, 23 vols.

Libros de bautismos, matrimonios y defunciones de las parroquias de las siguientes localidades: Ablitas, Ágreda, Ainzón, Alcañiz, Alquezar, Bágueda, Bañón, Barbastro, Biota, Bolea, Cabanillas, Calanda, Calatayud, Carcastillo, Cervera del Río Alhama, Cintruénigo, Corella, Cornago, Cortes, Cosuenda, Daroca, Épila, Fitero, Grávalos, Logroño, Maluenda, Manchones, Monreal del Campo, Pedrola, Tarazona, Tudela, Utebo, Valtierra, Villafranca, Zuera.

Bibliografía

- ALBEROLA ROMÁ, A. (coord.) (2011). Les catàstrofes naturals en la història. *Afers. Fulls de Recerca i Pensament*, xxvi-69, 289-521.
- ALBEROLA ROMÁ, A. (coord.) (2013). *Clima, naturalesa y desastre. España e Hispanoamérica durante la Edad Moderna*. Publicacions de la Universitat de València.
- ALBEROLA, A. (2014). *Los cambios climáticos. La Pequeña Edad del Hielo en España*. Cátedra.
- ALBEROLA, A. (2016). Clima, catástrofe y crisis en la España de la Edad Moderna. Reflexiones y notas para su estudio. En VERA, F., OLCINA, J., & HERNÁNDEZ, M. (eds.). *Paisaje, cultura territorial y vivencia de la Geografía. Libro homenaje al profesor Alfredo Morales*. Universidad de Alicante, 739-759. <https://doi.org/10.14198/librohomenajalfredomoraless2016-33>.
- ALBEROLA, A., & GARCÍA, V. (eds.) (2021). *La Pequeña Edad del Hielo a ambos lados del Atlántico. Episodios climáticos extremos, terremotos, erupciones volcánicas y crisis*. Universidad de Alicante.
- ALFARO PÉREZ, F. J. (2006). *La merindad de Tudela en la Edad Media. Demografía y sociedad*. Institución Fernando El Católico.
- ANSÓN, M. C. (1977). *Demografía y sociedad urbana en la Zaragoza del siglo xvii. Un estudio con ordenadores*. Zaragoza.
- ARIZCUN CELA, A. (1989). *Series navarras de precios de cereales, 1589-1841*. Banco de España. *Estudios de Historia Económica*, 18.
- BARRIENDOS, M., et al. (2015). Climatic and social factors behind the Spanish Mediterranean flood event chronologies from documentary sources (14th-20th centuries). *Global and Planetary Change*, 182, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.10299>.
- BETRÁN, J. L. (2006). *Historia de las epidemias en España y sus colonias (1348-1919)*. La Esfera de los Libros.
- BIRABEN, J.-N. (1975-1976). *Les hommes et la peste en France et dans les pays européens et méditerranéens*. Mouton, 2 vols.
- BRÁZDIL, R., DOBROVOLNÝ, P., TRNKA, M., EZNÍKOVÁ, L., DOLÁK, L., & KOTYZA, O. (2019b). Extreme droughts and human responses to them: the Czech Lands in the pre-instrumental period. *Climate of the Past*, 15, 1-24. <https://doi.org/10.5194/cp-15-1-2019>.
- BRÁZDIL, R., KISS, A., LUTERBACHER, J., NASH, D., & EZNÍKOVÁ, L. (2018). Documentary data and the study of past droughts: a global state of the art. *Climate of the Past*, 14, 1915-1960. <https://doi.org/10.5194/cp-14-1915-2018>.
- BRÁZDIL, R., KISS, A., EZNÍKOVÁ, L., & BARRIENDOS, M. (2019a). Droughts in historical times in Europe, as derived from documentary evidence. En HERGET, J., & FONTANA, A. (eds.). *Palaeohydrology — traces, tracks and trails of extreme events*. Springer, 65-96.
- CEDEX (2013). *Catálogo de sequías históricas. Informe*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- COLAS, G., & SALAS, J. A. (1977). *Aragón bajo los Austrias*. Librería General.

- CREUS, J. (1999). Evolución de la temperatura y precipitación anuales desde el año 1400 en el sector central de la Depresión del Ebro. *Lucas Mallada*, 8, 9-27.
- CROWLEY, T. (2000). Causes of climate change over the past 1000 years. *Science*, 289, 270-277. 14, 44-50.
- CUADRAT, J. M., ALFARO, F. J., TEJEDOR, E., BARRIENDOS, M., SERRANO, R., & SAZ, M. Á. (2021). Factores climáticos de las variaciones históricas de los precios de los cereales en el nordeste de la península Ibérica en el siglo XVII. *Revista de Historia Moderna*, 39, 44-67. <https://doi.org/10.14198/RHM2021.39.02>.
- CUADRAT, J. M., ALFARO, F. J., TEJEDOR, E., SERRANO-NOTTIVOLI, R., BARRIENDOS, M., & SAZ, M. Á. (2016). La sequía de mediados del siglo XVII en el valle del Ebro. Características climáticas e impacto social del evento». En VERA, F., OLCINA, J., & HERNÁNDEZ, M. (eds.). *Paisaje, cultura territorial y vivencia de la Geografía. Libro homenaje al profesor Alfredo Morales*. Universidad de Alicante, 883-893. <https://doi.org/10.14198/librohomenajealfredomoraless2016-41>.
- CUADRAT, J. M., & VICENTE-SERRANO, S. (2002). Aperçu de la sécheresse en Aragon à partir des archives des rogations (XVIIe-XIXe s.). *Revue Association Internationale de Climatologie*,
- DOMÍNGUEZ-CASTRO, F., RIBERA, P., GARCÍA-HERRERA, R., VAQUERO, J. M., BARRIENDOS, M., CUADRAT, J. M., & MORENO, J. M. (2012). Assessing extreme droughts in Spain during 1750-1850 from rogation ceremonies. *Climate of the Past*, 8(2), 705-722. <https://doi.org/10.5194/cp-8-705-2012>.
- FONT, I. (1988). *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas*. Instituto Nacional de Meteorología.
- GARCÍA TORRES, A. (2016). Sequía, crisis y malas cosechas en tierras meridionales valencianas durante la anomalía u oscilación Maldá (1760-1800). *El Futuro del Pasado*, 7, 323-351. <https://doi.org/10.14516/fdp.2016.007.001.012>.
- GARNIER, E. (2019). Historic drought from archives. Beyond the instrumental record. En IGLESIAS, A., ASSIMACOPOULOS, D., & VAN LANEN, H. A. J. *Drought: science and policy*. John Wiley&Sons, 45-67. <https://doi.org/10.1002/9781119017073>.
- GONZÁLEZ BELTRÁN, J. M. (2005). Respuesta política frente a las adversidades naturales en el sector agrícola durante el siglo XVIII. *Revista de Historia Moderna*, 23, 359-390. <https://doi.org/10.14198/rhm2005.23.13>.
- GOROSTIZA, S., MARTÍ ESCAYOL, M. A., & BARRIENDOS, M. (2020). Human response to severe drought in Early Modern Catalonia. The case of Barcelona, Western Mediterranean (1620-1650). *Climate of the Past*, 1-21. <https://doi.org/10.5194/cp-2020-33>.
- LEROY LADURIE, E. (1991). *Historia del clima desde el año mil*. Fondo de Cultura Económica.
- MARTÍN VIDE, J., & BARRIENDOS, M. (1995). The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain). *Climatic Change*, 30, 201-221. <https://doi.org/10.1007/bf01091842>.
- MATEOS ROYO, J. A. (1997). *Auge y decadencia de un municipio aragonés: el concejo de Daroca en los siglos XVI y XVII*. Centro de Estudios Darocenses, 119-142.

- MONTEANO, P. J. (2002). *La ira de Dios: los navarros en la era de la peste (1348-1723)*. Pamplona: Pamiela.
- MÜNZER, J. (1991). *Viaje por España y Portugal (1494-1495)*. Polifemo.
- NICAULT, A., ALLEAUME, S., BREWER, S., CARRER, M., NOLA, P., & GUIOT, J. (2008). Mediterranean drought fluctuation during the last 500 years based on tree-ring data. *Climate Dynamics*, 31, 227-245. <https://doi.org/10.1007/s00382-007-0349-3>.
- OLCINA CANTOS, J., & MARTÍN VIDE, J. (1999). *La influencia del clima en la historia*. Arco Libros.
- ORTA RUBIO, E. (1982). La Ribera tudelana bajo los Austrias. Aproximación a su estudio socioeconómico. *Príncipe de Viana*, 723-867.
- PÉREZ MOREDA, V. (1980). *Las crisis de mortalidad en la España interior (siglos XVI-XIX)*. Siglo XXI de España Editores.
- PFISTER, C. (1988). Fluctuations climatiques et prix céréaliers en Europe du XVII^e au XX^e siècle. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 43, 25-53. <https://doi.org/10.3406/ahess.1988.283474>.
- RODRIGO, F. S. (2001). Clima y producción agrícola en Andalucía durante la Edad Moderna (1587-1729). En GONZÁLEZ MOLINA, M., & MARTÍNEZ ALIER, J. (eds.). *Naturaleza transformada: estudios de historia ambiental de España*. Icaria, 161-183.
- SALAS, J. A. (1989). La población aragonesa en la Edad Moderna (siglos XVI-XVII). *Historia de Aragón*. Institución Fernando el Católico, vol. 1, 189-198.
- SAZ, M. A. (2003). *Temperaturas y precipitaciones en la mitad norte de España desde el siglo XV. Estudio dendroclimático*. Consejo de Protección de la Naturaleza.
- SIMON I TARRÉS, A. (1992). Els anys 1627-32 i la crisi del segle XVII a Catalunya. *Estudis d'Història Agrària*, 9, 157-180.
- TEJEDOR, E. (2015). Tree-ring based drought reconstruction in the Iberian Range (East of Spain) since 1694. *International Journal of Biometeorology*, 59(7). <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1033-7>.
- TEJEDOR, E. (2017). Temperature variability in the Iberian Range since 1602 inferred from tree-ring records. *Climate of the Past*, 13, 93-105. <https://doi.org/10.5194/cp-13-93-2017>.
- TEJEDOR, E., SAZ, M. A., ESPER, J., CUADRAT, J. M., LUIS, M. DE (2017). Summer drought reconstruction in northeastern Spain inferred from a tree ring latewood network since 1734. *Geophysical Research Letters*, 44(16), 8492-8500. <https://doi.org/10.1002/2017GL074748>.
- TEJEDOR, E., LUIS, M. DE, BARRIENDOS, M., CUADRAT, J. M., LUTERBACHER, J., & SAZ, M. A. (2019). Rogation ceremonies: a key to understanding past drought variability in northeastern Spain since 1650. *Climate of the Past*, 15(5), 1647-1664. <https://doi.org/10.5194/cp-15-1647-2019>.
- VICENTE-SERRANO, S., & CUADRAT, J. M. (2007). North Atlantic Oscillation control of drought in Northeast of Spain: evaluation since A.D. 1600. *Climatic Change*, 85, 357-379. <https://doi.org/10.1007/s10584-007-9285-9>.
- WETTER, O., PFISTER, C., WERNER, J. P., ZORITA, E., WAGNER, S., SENEVIRATNE, S. I., HERGEN, J., GRÜNEWALD, U., LUTERBACHER, J., ALCOFORADO, M.-J., BARRIENDOS, M., BIEBER, U., BRÁZDIL, R.,

- BURMEISTER, K. H., CAMENISCH, C., CONTINO, A., DOBROVOLNY, P., GLASER, R., HIMMELSBACH, I., KISS, A., KOTYZA, O., LABBÉ, T., ..., SPRING, J.-L. (2014). The year-long unprecedented European heat and drought of 1540 — a worst case. *Climatic Change*, 125/3-4, 349-363. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1184-2>.
- WHITE, S., BROOKE, J., & PFISTER, C. (2018). Climate, weather, agriculture, and food. En WHITE, S., PFISTER, C., MAUELSHAGEN, F. (eds.). *The Palgrave handbook of climate history*. Springer, 331-353. https://doi.org/10.1057/978-1-137-43020-5_27.