

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 Valley of the Ebro (Spain)

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

Josep M. Cuadrat

Francisco J. Alfaro Pérez

Ernesto Tejedor Vargas

Mariano Barriendos

Roberto Serrano-Notivoli

Resumen

El estudio analiza la severidad de la megasequía del periodo 1626-1635 y sus consecuencias en la economía y población del valle medio del Ebro, a partir de fuentes proxy documentales y dendroclimáticas y los registros históricos del coste de los cereales y 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 que consistieron en 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.

Abstract

This study analyzes the severity of the megadrought of the period 1626-1635, and its consequences on the economy and population of the middle Ebro valley. The study is based on documentary and dendroclimatic proxy sources and the 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 respond to a large extent to the extremes of the Little Ice Age. It was not a single bad year, nor a one-off difficulty, but rather 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 the price of cereals and the extraordinary increase in mortality, which reached its worst moment in 1631.

Keywords: Climate, Megadrought, cereal prices, mortality, XVII 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 reseñas históricas se habla de prolongados periodos 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 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 de sus repercusiones en la sociedad y en la economía del momento¹.

En Europa, la abundante información documental existente en muchas regiones favorece el creciente número de investigaciones que analizan los vínculos entre clima

¹ Véase, p.e. Brázdil (2019a: 65-96) y Brázdil *et al.* (2018: 1915-1960)

adverso y quebranto socioeconómico: por ejemplo, Pfister² en Suiza, Brázdil *et al.*³ en la República Checa, Garnier⁴ en Reino Unido y Francia, o White *et al.*⁵ en la Europa mediterránea. En España, desde los trabajos pioneros de Giralt i Raventós, la consideración climática y medioambiental está cada vez más presente en la investigación histórica con autores como Barriendos⁶, Domínguez-Castro *et al.*⁷, Rodrigo⁸, González Beltrán⁹, García Torres¹⁰, Gorostiza *et al.*¹¹ y, sobre todo, Alberola Romá¹², 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 periodos extremadamente secos, de amplia extensión territorial y prolongada duración temporal¹³. En el ámbito de la península Ibérica la información disponible permite considerar como tales algunos de los periodos secos de finales del siglo XVI y varios otros de los siglos XVII y XVIII¹⁴, de las que no se libró el valle del Ebro, como prueban los trabajos de Creus¹⁵, Saz¹⁶, Vicente-Serrano y Cuadrat¹⁷, Tejedor *et al.*¹⁸ y Cuadrat *et al.*¹⁹.

En las tierras centrales del Ebro uno de los periodos 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 una dificultad puntual, sino del desgaste progresivo de las capacidades productivas, perdiendo año tras año buena parte del rendimiento agrícola, de tal forma que los déficits acumulados condujeron finalmente a la malnutrición, enfermedades oportunistas y pérdida de población. Aunque no todos los aspectos de esta megasequía se pueden precisar, la documentación histórica permite realizar una descripción detallada de las características climáticas de la época y sus resultados en la población y su economía.

² Pfister (1988: 25-53)

³ Brázdil *et al.* (2019b: 1-24)

⁴ Garnier (2019: 45-67)

⁵ White *et al.* (2018: 331-353)

⁶ Barriendos *et al.* (2019: 1-15).

⁷ Domínguez-Castro *et al.* (2012: 705-722).

⁸ Rodrigo (2001: 161-183)

⁹ González-Beltrán (2005: 359-390).

¹⁰ García Torres (2016: 323-351).

¹¹ Gorostiza *et al.* (2020: 1-21).

¹² Alberola Romá (2011; 2013; 2014; 2016: 923-934; 2021)

¹³ Wetter *et al.* (2014: 349-363).

¹⁴ Font (1988).

¹⁵ Creus (1999: 9-27).

¹⁶ Saz (2003).

¹⁷ Vicente-Serrano y Cuadrat (2007: 357-379).

¹⁸ Tejedor *et al.* (2017: 93-105; 2015: 1-13).

¹⁹ Cuadrat *et al.* (2016: 883-893; 2021: 44-67).

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.

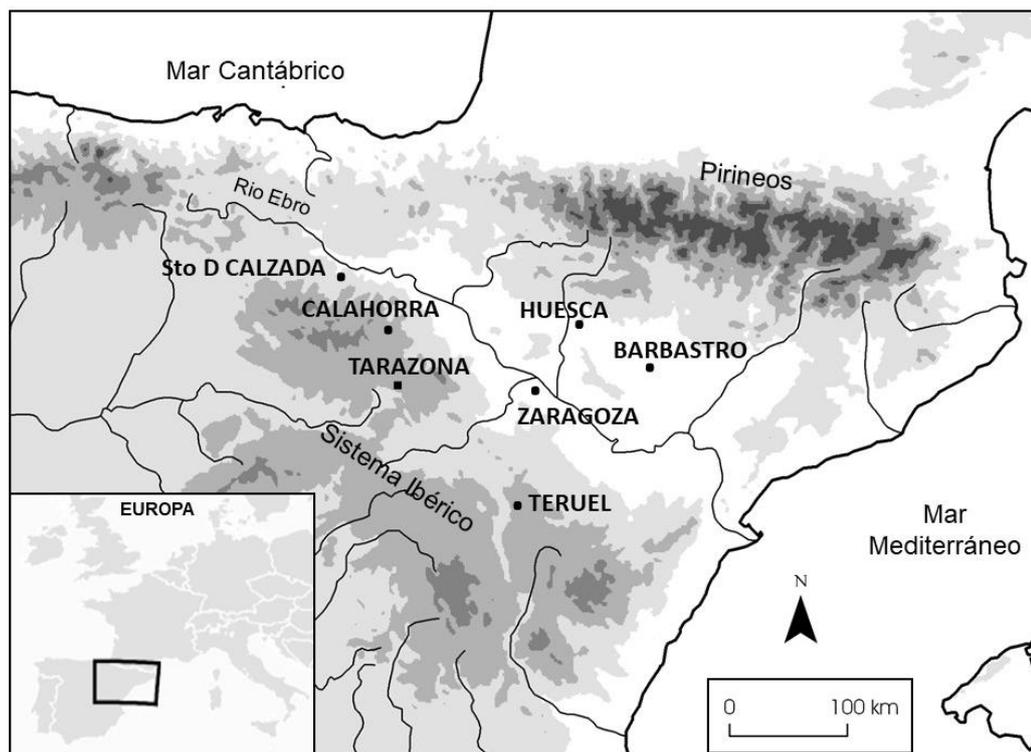


Figura 1. Área de estudio y localización de los principales núcleos de información documental

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 escasez y la presencia de estos periodos secos se reflejan en la vegetación y en el

paisaje, y con frecuencia daban origen a rogativas públicas *ad petendam pluviam* (en petición de lluvia) sacando 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 junto a 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 raquíuticos con sus ramas al aire pidiendo lo que los vecinos de los lugares piden cuando sacan sus santos en procesión: agua.”²⁰.

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 ésta 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. Este tipo de fuentes 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 relevantes 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

²⁰ *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.

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 periodos secos y su evolución. El índice de sequía se ha generado siguiendo un método similar al llevado a cabo por Martín-Vide y Barriendos²¹ mediante la agrupación de varios niveles de rogativas.

La reconstrucción dendroclimática se ha realizado a partir del análisis de los anillos de crecimiento de 11 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.*²². Esta información, además, se ha completado con los datos que proporciona el *Catálogo de sequías históricas* publicado por CEDEX²³.

Fuentes demográficas y económicas

La información disponible sobre población y economía anterior al siglo XVII suele ser escasa y fragmentada, y tiene 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 esta centuria 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

²¹ Martín Vide y Barriendos (1995: 201-221)

²² Tejedor *et al.* (2017: 93-105).

²³ CEDEX (2013).

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 los mismos era contar fuerzas económicas agrupadas en torno a un cabeza de familia para cargarla fiscalmente, lo cual limita su utilidad para el estudio socio-demográfico, 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 a 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 dónde 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 Rioja²⁴.

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, siendo diferente todo ello tanto en Aragón como en Navarra o La Rioja. 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 rigurosos de la Pequeña Edad del Hielo (PEH) por la dureza y 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 glaciación²⁵; y en la fachada mediterránea y la península Ibérica fueron habituales los episodios de lluvias torrenciales, seguidos de riadas e inundaciones, interrumpidos por largos periodos de extrema carencia hídrica²⁶. 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

²⁴ Véase la relación de las localidades en el apartado Fuentes Documentales

²⁵ Leroy Ladurie (1967).

²⁶ Alberola (2014) y Olcina y Martín Vide (1999).

el recurso a rogativas en demanda de una mejora de las condiciones meteorológicas. Las reconstrucciones hechas de las precipitaciones indican un notable descenso de la pluviometría, con tres con tres periodos 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 en relación a la media de toda la centuria²⁷, lo cual provocó graves crisis en la sociedad y en la economía.

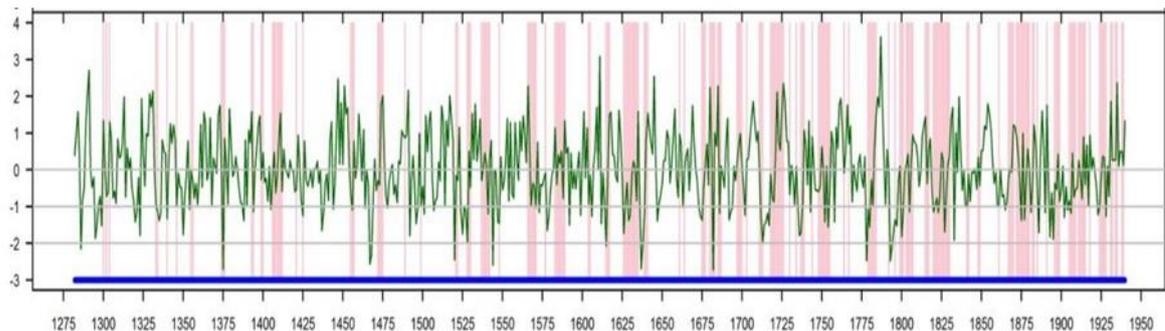


Figura 2. Sequías registradas en la cuenca del Ebro desde 1275 hasta la actualidad, estimadas por el Instituto Pirenaico de Ecología del CSIC mediante datos instrumentales y dendrocronológicos. En abscisas identificación de las clases de sequía: año seco, valores entre 0 y -1; sequía moderada, valores entre -1 y -1,5; sequía intensa, valores entre -1,5 y -2; 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: CEDEX²⁸.

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"²⁹. 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"³⁰. Este mismo año 1631, en Calahorra

²⁷ Tejedor et al. (2019: 1647-1664).

²⁸ CEDEX (2013).

²⁹ Alfaro Pérez (2006: 182).

³⁰ Libro de Actas del Cabildo, denominadas más propiamente Libros de Acuerdos. 1631, v XV

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 ³¹.

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 clamor y que para ese efecto se saque en procesión al Santo Cristo de la Yglesia Colegial desta ciudad ...”. ³²

Sin duda los años 1630 y 1631 son los más secos de este periodo, tal como 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 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 o enero de 1626 ³³. Estas sequías también se dejaron sentir con intensidad en 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, totalizándose nueve meses sin que cayera ni una gota ³⁴. 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.* ³⁵ señalan un marcado período seco entre 1620 y 1640, que sobresale por su duración temporal y extensión

³¹ Libro de Actas Capitulares, 1632, f 121-122

³² Libro de Actas del Ayuntamiento de Logroño (1630-1631), f 698-699

³³ Zamora, F. 2014. “Quando el agua llegare aquí Sevilla ...” La avenida del río Guadalquivir en 1626 según un documento de la Biblioteca da Ajuda (Portuga). Centro de História d’Aquém e d’Além-Mar. HID, pp 407-431. doi.org/10.12795/hid.2014.i41.13).

³⁴ Porcar, P. (2012), Coses evengudes en la ciutat y regne de València. Dietari (1585-1629). Edición a cargo de Lozano Lerma, Josep, València, Universitat de València, 2 vols.

³⁵ Nicault *et al.* (2008: 227-245).

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, como se muestra en la figura 3.

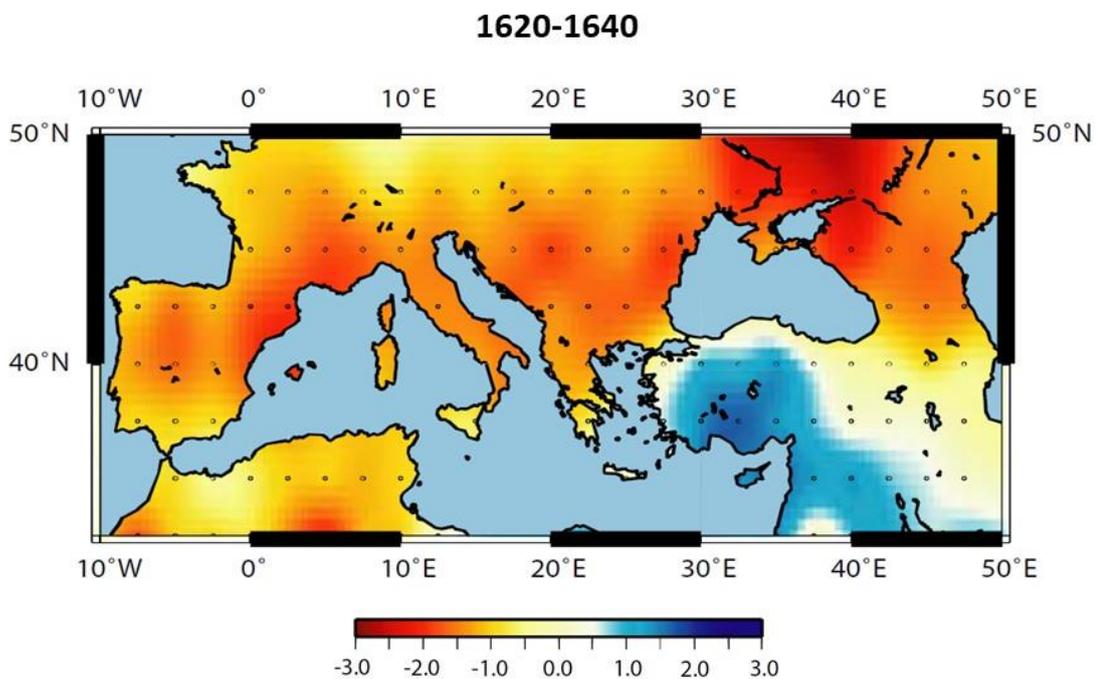


Figura 3: Patrón espacial del índice de severidad de sequía de Palmer, PDSI, en la cuenca mediterránea en el periodo 1620-1640. En rojo, niveles de intensidad de la sequía; en azul, niveles de intensidad de la humedad. Fuente: Nicault et al. ³⁶.

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 la misma desde el año 1600 hasta el momento presente (Figura 4). Son significativos los periodos 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 periodo 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 contribuyeron

³⁶ Nicault et al. (2008: 227-245).

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, o 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”³⁷.

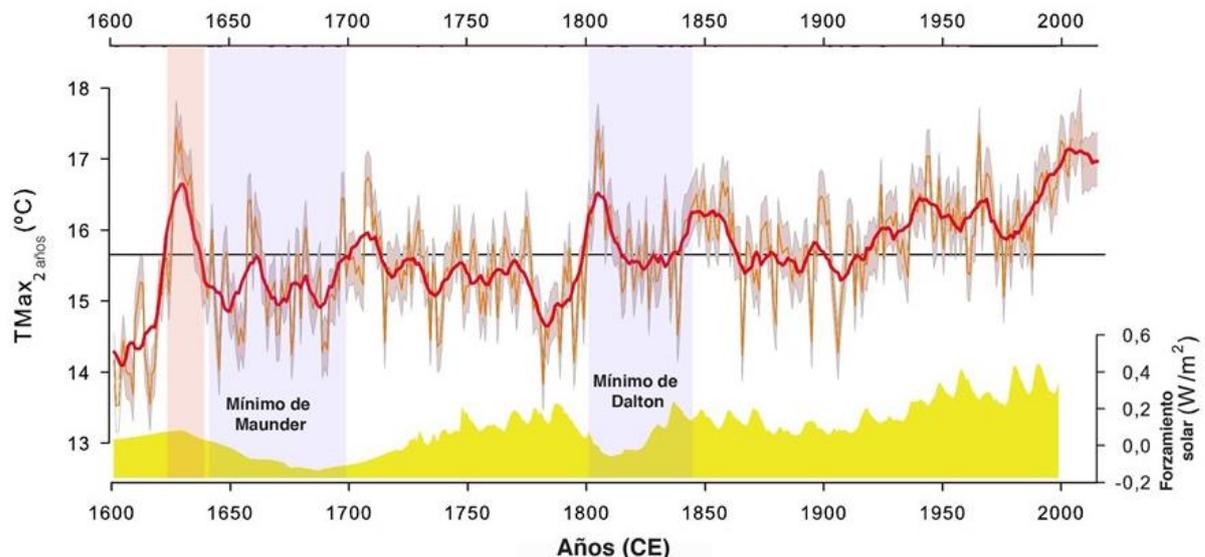


Figura 4. Reconstrucción de la temperatura máxima (línea naranja) de la Cordillera Ibérica desde 1602. La línea roja en negrita representa una media móvil de 11 años, y el sombreado gris indica la incertidumbre de la reconstrucción basada en el error cuadrático medio del periodo de calibración. El sombreado amarillo en la parte inferior muestra el forzamiento solar obtenido de Crowley, 2000. El sombreado rosado destaca el periodo cálido de 1626 a 1635. Figura adaptada de Tejedor et al.³⁸.

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

³⁷ Actas Capitulares del Archivo Metropolitano de la Seo de Zaragoza, v XXV y XXXI.

³⁸ Tejedor et al. (2017).

mayoría de los casos, y con independencia de otras circunstancias ³⁹, 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 periodo 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 la Diputación del Reino se vio obligada a importar trigo por las dificultades de abastecimiento, y Zaragoza necesitó importar trigo desde Sevilla para poder acudir a las necesidades alimenticias de la población. El año 1629, en contraste con el anterior fue considerado bueno para el campo, a pesar de la irregularidad de las lluvias y la intensidad de algunas tormentas ⁴⁰. Por el contrario, en 1630 los campos apenas produjeron, y la cosecha fue sin duda la peor de toda esta etapa, siendo la preocupación mayor de los ayuntamientos la compra de trigo para abastecer la demanda de la población ⁴¹. En 1631 y 1632 la sequía fue persistente y agudizó la ya de por sí crítica situación, siendo estos 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 población⁴².

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

³⁹ 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.

⁴⁰ 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 moliendas y no se podría moler ..."

⁴¹ Libro de Acuerdo Municipales de Tudela (1621-1640), f 206: "...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". En el Libro de Actas del Archivo Capitular de Santo Domingo de la Calzada (1624-1632), f 400. 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".

⁴² Orta (1982: 34)

hambre⁴³. La crisis fue muy amplia y se extendió por gran parte de Europa occidental⁴⁴.

Sus efectos más inmediatos fueron el alza súbita del precio del trigo y de los principales productos alimenticios, a los que se sumaron las dificultades de la población para acceder a los mismos y el aumento de los índices de mortalidad como consecuencia de la malnutrición. Mientras en 1626 el robo navarro de trigo costaba 15 tarjas, en 1630 valía 50, y en 1631 alcanzó un valor en Tudela de hasta las 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”*⁴⁵.

El aumento de los precios fue general, y llegó a su cota máxima en 1631 (Figura 5); con diferencias territoriales en función de las cosechas recogidas en cada localidad y lógicamente del grado de previsión y de la gestión de los pósitos municipales para asegurar en parte el abastecimiento de los núcleos de población⁴⁶.

⁴³ “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” fragment de la Crónica de Miguel Parets, *De los muchos sucesos dignos de memoria que han ocurrido en Barcelona y otros lugares de Cataluña*, ed. a cura de C. PUJOL i CAMPS, *Memorial histórico español*, vols. XX-XXV (Madrid 1888-93).

⁴⁴ 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 (Michel Morineau. *Les hésitations de la croissance, 1580-1740*, t. 2 de la *Histoire économique et sociale du monde*, de Pierre Leon. Paris, 1978: 98). Las tres están presentes con gran nitidez en España.

⁴⁵ Archivo Parroquial de Fustiñana, Libro Difuntos, 1631, f 39. Recogido por Esteban Chavarría, J.P. *Memorias históricas de Fustiñana*. Zaragoza, 1930, pág 247.

⁴⁶ 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*. Madrid. Instituto "Balmes" de Sociología CSIC.

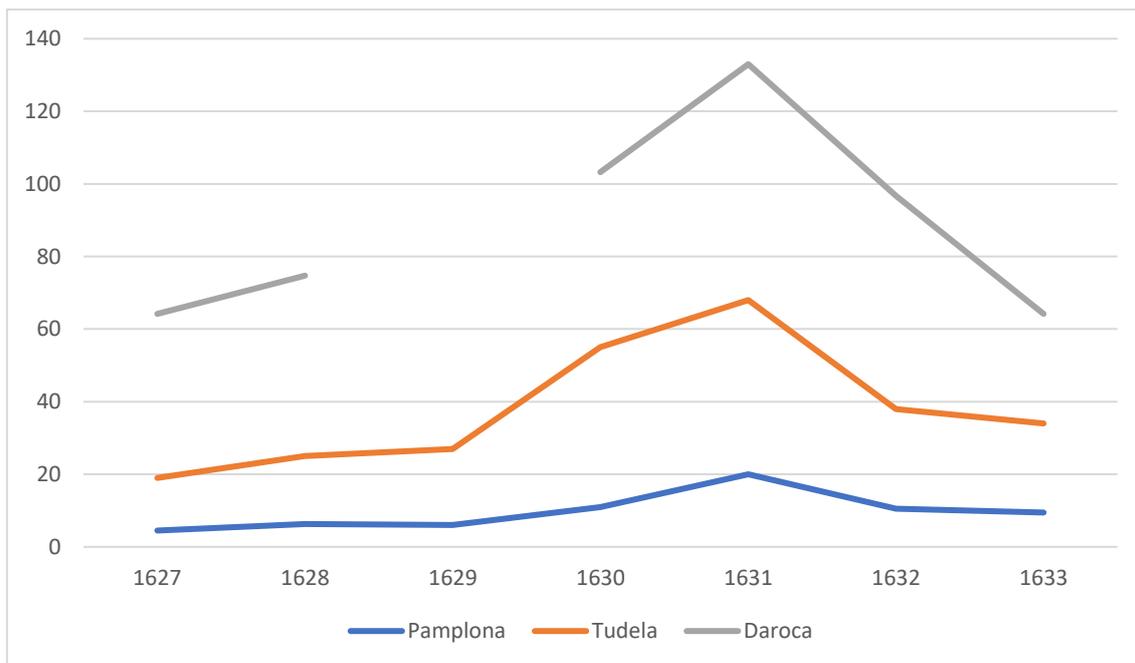


Figura 5. Evolución anual del precio del trigo. Vínculos de Pamplona (reales navarros por robo) y Tudela (tarjas por robo) y pósito de Daroca (sueldos por cahiz). Fuente: Arizcun ⁴⁷, Orta ⁴⁸, Mateos ⁴⁹.

Crisis de mortalidad

Las repetidas malas cosechas y la crisis alimentaria en el periodo 1626-1635 provocaron la elevación súbita del número de fallecimientos en un breve lapso de tiempo, con un máximo también en 1631, además de impulsar en parte la emigración y causar estancamiento demográfico (véase el comportamiento global en la figura 6 y una referencia más detallada de la dinámica demográfica en la figura 7). 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 defunciones de más de un 50% sobre la mortalidad estimada “normal” del periodo, 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, referente a estos años escribía: «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»⁵⁰.

⁴⁷ Arizcun (1989).

⁴⁸ Orta (1982).

⁴⁹ Mateos (1997).

⁵⁰ Tomado de Salas (1989: 189-198).

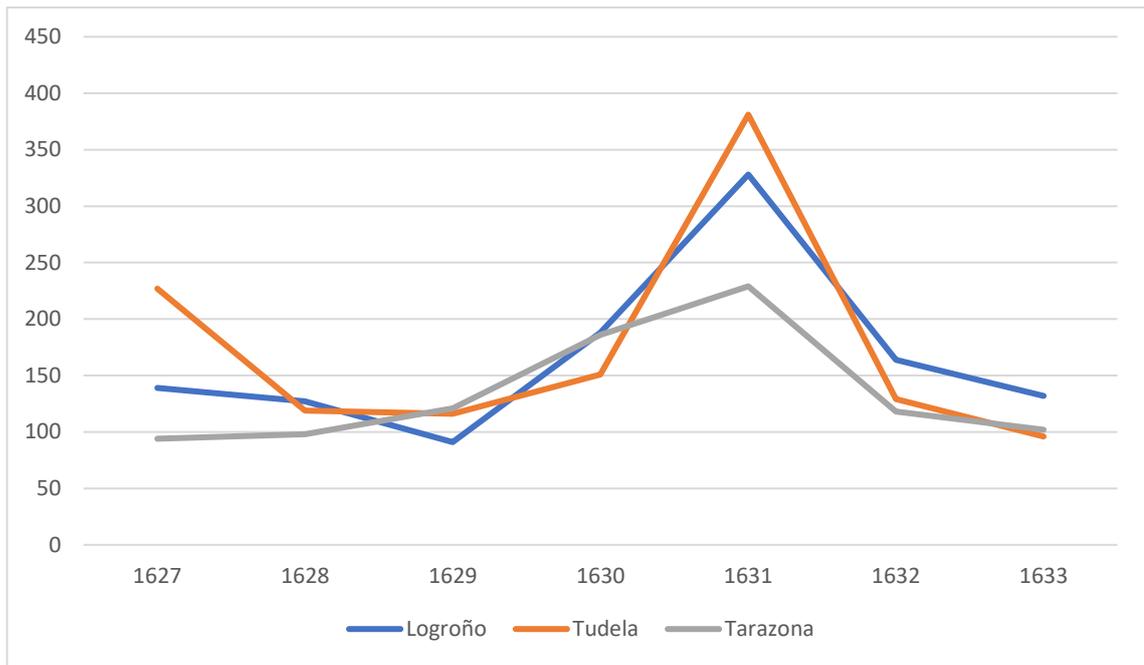


Figura 6. Número de defunciones anuales en tres localidades representativas del Valle Medio del Ebro

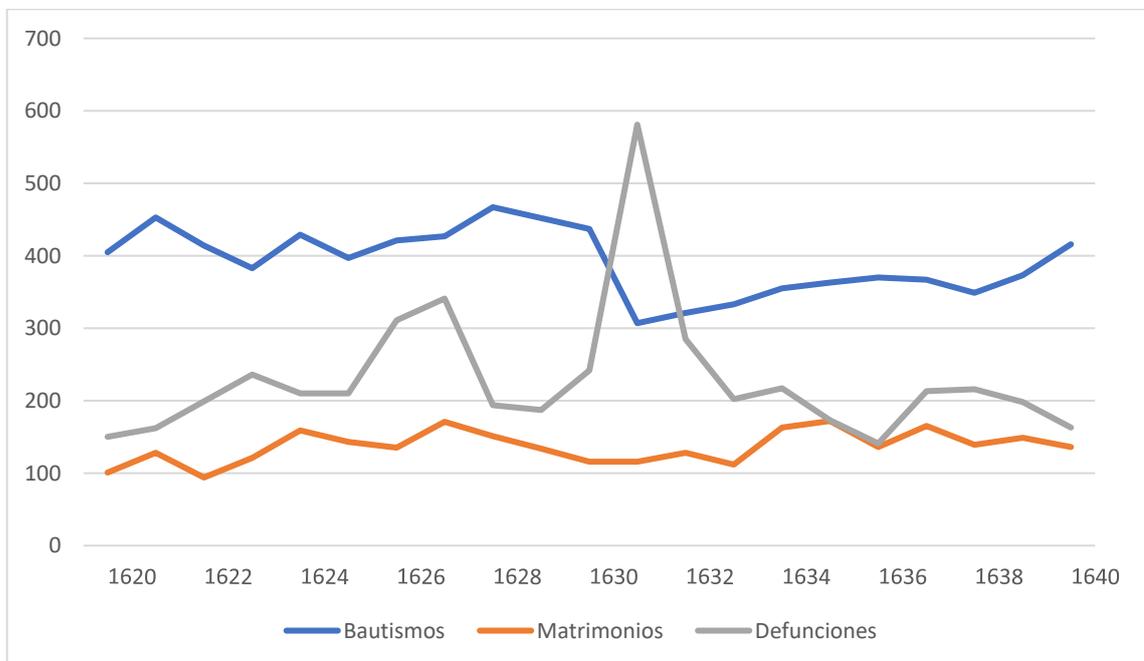


Figura 7. Dinámica demográfica de la Merindad de Tudela (Navarra) entre 1620 y 1640. Localidades seleccionadas: Cabanillas, Corella (San Miguel), Tudela, Valtierra y Villafranca.

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"⁵¹. Y en Navarra, en plenos sanfermines, el procurador de Tudela en Pamplona escribía a su ciudad: "... aqui todo es morir y enfermedad, que por las calles no se topa sino entierros y doctores a la posta ... "⁵². El hambre fue en toda esta etapa el telón de fondo de la mortalidad.

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

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

El incremento de los fallecimientos durante estos años no parece que se debiera al brote de peste bubónica (la denominada peste "milanesa") que devastó la Provenza, Mediodía francés y localidades del Principado de Cataluña⁵³. La coincidencia de

⁵¹ Libro de Actas del Ayuntamiento de Logroño (1630-1631), t 784.

⁵² Orta (1982: 855).

⁵³ 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 Bearn. 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 residía 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

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 era común cerrar las puertas de las murallas ante la proximidad del peligro, poniendo guardas en ellas. Junto a 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 máquina 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”*⁵⁴. Los estudios bien documentados sobre las epidemias del siglo XVII, como son los trabajos de Monteano⁵⁵, Betrán⁵⁶ o Birabén⁵⁷, detallan con claridad la pandemia que sacudió España en los años 1647-1654, y en otros de carácter local apenas cabe encontrar alguna mención, sin aportar mayores precisiones. Como ha señalado Pérez Moreda, 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 rurales⁵⁸. E idéntica conclusión mantiene la historiadora Carmen Ansón, al señalar para Aragón que los factores de la crisis se debieron en ese periodo exclusivamente el hambre y las malas cosechas⁵⁹.

Conclusiones

Durante el siglo XVII el valle del Ebro se vio afectado gravemente por sequías extraordinarias, a veces plurianuales, que pueden considerarse verdaderas magasequías. La presente investigación muestra que uno de los periodos secos más rigurosos se observó entre los años 1626 y 1635, que 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 pluviam” 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 que

costas: Valencia renuncia a toda comunicación con Francia, asegurando que la peste está centrada en Marsella y algunos lugares del Languedoc. Domínguez Ortiz, A. 1963. La Sociedad Española en el siglo XVII. Madrid. Instituto "Balmes" de Sociología CSIC, p 112.

⁵⁴ Actas Municipales de Tudela, secc. Cartas, 29 de diciembre de 1628.

⁵⁵ Monteano (2002).

⁵⁶ Betrán (2006).

⁵⁷ Birabén (1975-1976).

⁵⁸ Pérez Moreda (1980: 298).

⁵⁹ Ansón (1977: 91).

consistieron en déficits acumulados que alcanzaron su peor momento en 1630 y 1631, y causaron la pérdida progresiva del rendimiento de los cultivos, carestía de alimentos y aumento de la mortalidad. 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 frente a cualquier anomalía ambiental, y sin duda las sequías constituyeron la base de la inestabilidad tradicional de las producciones del mundo agrario. El largo periodo seco de 1626-1635 fue la causa de una sucesión de exiguas cosechas y de una importante carencia de trigo que se hizo más aguda conforme nos acercamos al 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 5 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 incrementar en más del 200 % el número de defunciones y pasaron bastantes años hasta recuperar 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 estaba muy deteriorada por las malas cosechas y la desnutrición, las cuales constituyeron las causas directas 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. 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 localizades: 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, Armando (Coord.) (2011). “Les catàstrofes naturals en la historia”, *Afers. Fulls de recerca i pensament*, XXVI-69, p. 289-521.
- ALBEROLA ROMÁ, Armando (Coord.) (2013). *Clima, naturaleza y desastre. España e Hispanoamérica durante la Edad Moderna*. Valencia: Publicacions de la Universitat de València.
- ALBEROLA, Armando (2014): *Los cambios climáticos. La Pequeña Edad del Hielo en España*. Madrid: Cátedra.

- ALBEROLA, Armando (2016). "Clima, catástrofe y crisis en la España de la Edad Moderna. Reflexiones y notas para su estudio". En FERNANDO VERA, JORGE OLCINA Y MARÍA HERNÁNDEZ (Eds.). *Paisaje, cultura territorial y vivencia de la Geografía. Libro homenaje al profesor Alfredo Morales*. Alicante: Universidad de Alicante, p. 739-759. <https://doi.org/10.14198/librohomenajealfredomorales2016-33>.
- ALBEROLA, Armando y GARCÍA, Virginia (Eds.) (2021). *La Pequeña Edad del Hielo a ambos lados del Atlántico. Episodios climáticos extremos, terremotos, erupciones volcánicas y crisis*. Alicante: Universidad de Alicante.
- ALFARO PÉREZ, Fco. José. (2006). *La merindad de Tudela en la Edad Media. Demografía y sociedad*. Zaragoza: Ed. Institución "Fernando El Católico".
- ANSÓN, M. del Carmen (1977). *Demografía y sociedad urbana en la Zaragoza del siglo XVII. Un estudio con ordenadores*. Zaragoza: Ed. Zaragoza.
- ARIZCUN CELA, Alejandro (1989). *Series navarras de precios de cereales, 1589-1841*. Madrid: Banco de España. Estudios de Historia Económica, nº 18,
- BARRIENDOS, Mariano *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, p. 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.10299>.
- BETRÁN, José Luis (2006). *Historia de las epidemias en España y sus colonias (1348-1919)*. Madrid: La Esfera de los libros.
- BIRABEN, Jean-Noel (1975-1976). *Les hommes et la peste en France et dans les pays européens et méditerranées*. Paris: Ed. Mouton, 2 vols.
- BRÁZDIL, Rudolf *et al.* (2019b). "Extreme droughts and human responses to them: the Czech Lands in the pre-instrumental period", *Climate of the Past*, vol 15, p. 1–24. <https://doi.org/10.5194/cp-15-1-2019>
- BRÁZDIL, Rudolf; KISS, A.; LUTERBACHER, J.; NASH, D.; ŘEZNÍČKOVÁ, L. (2018). "Documentary data and the study of past droughts: a global state of the art", *Climate of the Past*, vol 14, p. 1915–1960. <https://doi.org/10.5194/cp-14-1915-2018>.
- BRÁZDIL, Rudolf; KISS, A.; ŘEZNÍČKOVÁ, 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, Cham, p. 65-96.
- CEDEX (2013). *Catálogo de sequías históricas. Informe*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- COLAS, Gregorio, y SALAS, José A. (1977). *Aragón bajo los Austrias*. Zaragoza: Edit. Librería General. Col. "Aragón".
- CREUS, José (1999). "Evolución de la temperatura y precipitación anuales desde el año 1400 en el sector central de la Depresión del Ebro". *Lucas Mallada*, núm 8, p. 9-27.

- CROWLEY, Thomas (2000). "Causes of climate change over the past 1000 years", *Science*, 289, 270–277.
- CUADRAT, José M. *et al.* (2016). "La sequía de mediados del siglo XVII en el valle del Ebro. Características climáticas e impacto social del evento". En Fernando VERA, Jorge OLCINA Y María HERNÁNDEZ (Eds.), *Paisaje, cultura territorial y vivencia de la Geografía. Libro homenaje al profesor Alfredo Morales*, Alicante: Universidad de Alicante, p. 883-893. <https://doi.org/10.14198/librohomenajealfredomorales2016-41>.
- CUADRAT, José M. *et al.*, (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*, nº 39, p. 44-67. <https://doi.org/10.14198/RHM2021.39.02>.
- CUADRAT, José M. y VICENTE-SERRANO, Sergio (2002). "Aperçu de la sécheresse en Aragon à partir des archives des rogations (XVIe-XIXe S.)", *Revue Association Internationale de Climatologie*, núm 14, p. 44-50.
- DOMÍNGUEZ-CASTRO, Fernando *et al.* (2012). "Assessing extreme droughts in Spain during 1750–1850 from rogation ceremonies". *Climate of the Past*, 8, p. 705–722. <https://doi.org/10.5194/cp-8-705-2012>.
- FONT, Inocencio (1988). *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas*. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología.
- GARCÍA TORRES, Adrián (2016). "Sequía, crisis y malas cosechas en tierras meridionales valencianas durante la anomalía u Oscilación Maldá (1760-1800)". *El futuro del Pasado*, núm 7, p. 323-351. <https://doi.org/10.14516/fdp.2016.007.001.012>
- GARNIER, Emmanuel (2019). "Historic Drought from Archives: Beyond the Instrumental Record. Drought". En Ana IGLESIAS *et al.* *Drought: Science and Policy*. Oxford: John Wiley&Sons, p 45-67. <https://doi.org/10.1002/9781119017073>.
- GONZÁLEZ BELTRÁN, Jesús M. (2005). "Respuesta política frente a las adversidades naturales en el sector agrícola durante el siglo XVIII". *Revista de Historia Moderna*, núm 23, p. 359-390. <https://doi.org/10.14198/rhm2005.23.13>.
- GOROSTIZA, Santiago; MARTÍ ESCAYOL, María Antonia; BARRIENDOS, Mariano (2020). "Human response to severe drought in Early Modern Catalonia. The case of Barcelona, Western Mediterranean (1620-1650)". *Climate of the Past*, p. 1-21. <https://doi.org/10.5194/cp-2020-33>.
- LEROY LADURIE, Emmanuel (1991). *Historia del clima desde el año mil*. México: Fondo de Cultura Económica.
- MARTÍN VIDE, Javier y BARRIENDOS, Mariano (1995). "The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain)". *Climatic Change*, nº 30, p. 201-221. <https://doi.org/10.1007/bf01091842>

- MATEOS ROYO, José Antonio (1997). *Auge y decadencia de un municipio aragonés: el concejo de Daroca en los siglos XVI y XVII*, Daroca: Centro de Estudios Darocenses, p 119-142.
- MONTEANO, Peio J. (2002): *La ira de Dios: los navarros en la era de la peste (1348-1723)*. Pamplona: Ed. Pamiela.
- MÜNZER, Jerónimo (1991). *Viaje por España y Portugal (1494-1495)*. Madrid. Ed. Polifemo. 328 págs.
- NICAULT, Antoine et al. (2008). "Mediterranean drought fluctuation during the last 500 years based on tree-ring data", *Climate Dynamics* 31, p. 227–245. <https://doi.org/10.1007/s00382-007-0349-3>.
- OLCINA CANTOS, Jorge y MARTÍN VIDE, Javier (1999). *La influencia del clima en la historia*. Madrid: Edit. Arco Libros.
- ORTA RUBIO, Esteban (1982). "La Ribera tudelana bajo los Austrias. Aproximación a su estudio socioeconómico", *Príncipe de Viana*, p. 723-867.
- PÉREZ MOREDA, Vicente (1980). *Las crisis de mortalidad en la España interior (siglos XVI-XIX)*. Madrid. Siglo XXI de España Editores.
- PFISTER, Christian (1988). "Fluctuations climatiques et prix céréalières en Europe du XVIe au XXe siècle". *Annales Histoire Sciences Sociales*, vol 43(1), p. 25-53. doi: 10.3406/ahess.1988.283474.
- RODRIGO, Fernando S. (2001). "Clima y producción agrícola en Andalucía durante la Edad Moderna (1587-1729)". En GONZÁLEZ MOLINA, Manuel y MARTÍNEZ ALIER, Joan (Eds.), *Naturaleza transformada: estudios de historia ambiental de España*. Barcelona: Icaria, p. 161-183.
- SALAS, José A. (1989). "La población aragonesa en la Edad Moderna (siglos XVI-XVII)". *Historia de Aragón, vol1 Institución Fernando El Católico. Zaragoza*, p. 189-198.
- SAZ, Miguel A. (2003). *Temperaturas y precipitaciones en la mitad norte de España desde el siglo XV. Estudio dendroclimático*. Zaragoza: Consejo de Protección de la Naturaleza.
- SIMON I TARRÉS, Antoni (1992). "Els anys 1627-32 i la crisi del segle XVII a Catalunya". *Estudis d'història agrària*, núm 9, p. 157-180.
- TEJEDOR, Ernesto (2015). "Tree-ring based drought reconstruction in the Iberian Range (East of Spain) since 1694". *International Journal of Biometeorology*, 59 (7) DOI: 10.1007/s00484-015-1033-7.
- TEJEDOR, Ernesto (2017). "Temperature variability in the Iberian Range since 1602 inferred from tree-ring records", *Climate of the Past*, 13, p. 93-105. <https://doi.org/10.5194/cp-13-93-2017>.
- TEJEDOR, Ernesto et al. (2017). "Summer drought reconstruction in northeastern Spain inferred from a tree ring latewood network since 1734", *Geophysical Research Letters*, vol. 44, issue 16: 8492-8500. doi:10.1002/2017GL074748.

- TEJEDOR, Ernesto *et al.* (2019). "Rogation ceremonies: a key to understanding past drought variability in northeastern Spain since 1650". *Climate of the Past*, 15, p. 1647–1664. <https://doi.org/10.5194/cp-15-1647-2019>.
- VICENTE-SERRANO, Sergio y CUADRAT, José M. (2007). "North Atlantic Oscillation control of drought in Northeast of Spain: evaluation since A.D. 1600". *Climatic Change*, 85, p. 357-379. <https://doi.org/10.1007/s10584-007-9285-9>
- WETTER Oliver *et al.* (2014) "The Year-Long Unprecedented European Heat and Drought of 1540 – A Worst Case", *Climatic Change* 125/3-4, p. 349–363. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1184-2>.
- WHITE, Sam *et al.* (2018). "Climate, weather, agriculture and food". En Sam WHITE *et al.*, (Eds.), *The Palgrave handbook of climate history*. Berlin/Heidelberg: Springer, p. 331–353. https://doi.org/10.1057/978-1-137-43020-5_27.