

CHAPTER 2 / CAPÍTULO 2

***Climatic Variability on Spain for
past centuries. Reconstruction from
historical documentary sources***

**Variabilidad climática en España a
escala plurisecular. Reconstrucción
a partir de fuentes documentales
históricas**

El cambio climático en Andalucía: evolución y consecuencias medioambientales
Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía): 45-54 (2007)
© Los autores. Sevilla. España. ISBN: 978-84-96 776-40-1

Climatic Variability on Spain for past centuries. Reconstruction from historical documentary sources

Mariano Barriendos

**Department of Modern History. University of Barcelona. Montalegre 6. 08001 Barcelona.
mbarriendos@ub.edu**

ABSTRACT

Climatic data collection from documentary sources allows reconstruction of flood and drought patterns for the past 500 years. It shows climatic oscillations in which strong frequencies are recorded, like period between mid 16th Century and late 18th Century. Improvement of this research field can offer increasing data availability helping research on future climatic change.

Key words: *climatic variability, drought, documentary sources, floods, Little Ice Age, rogation ceremonies.*

Variabilidad climática en España a escala plurisecular. Reconstrucción a partir de fuentes documentales históricas

Mariano Barriandos

Departamento de Historia Moderna. Universidad de Barcelona. Montalegre 6. 08001
Barcelona. mbarriandos@ub.edu

RESUMEN

La recuperación de testimonios climáticos en fuentes documentales históricas permite reconstruir el comportamiento de sequías e inundaciones en los últimos 500 años. Se aprecian oscilaciones climáticas en las que estas anomalías incrementan sus frecuencias, especialmente desde mediados de siglo XVI hasta finales del siglo XVIII. La profundización de esta investigación puede ofrecer datos interesantes y en línea con las previsiones de los escenarios de cambio climático antropogénico.

Palabras clave: *variabilidad climática, sequías, fuentes documentales, inundaciones, miniglaciación, rogativas.*

INTRODUCCIÓN

La variabilidad climática es la manifestación de un complejo sistema en el que participan diferentes elementos que interaccionan entre sí y que están condicionados por una extensa gama de factores de naturaleza muy variada. La complejidad del sistema climático dificulta la comprensión precisa de los diferentes comportamientos climáticos, sus variaciones en la dimensión temporal y las magnitudes y frecuencias de sus manifestaciones extremas.

Los avances científicos recientes en observación instrumental remota y las capacidades de cálculo de los medios informáticos proporcionan mejoras sustanciales en algunas facetas de la investigación atmosférica. Por ejemplo, la capacidad de predicción meteorológica ha experimentado una evolución determinante hasta conseguir niveles de precisión y fiabilidad impensables hace sólo 30 años.

La investigación climática sigue también ese proceso pero han aparecido nuevas incertidum-

bres de difícil resolución: el cambio climático inducido por la contaminación atmosférica que genera la quema de combustibles fósiles. Ante este nuevo factor de incidencia climática, la actividad científica se intensifica y se dirige hacia diferentes vertientes temáticas. Por un lado, la modelización climática debe generar los escenarios que se esperan para las condiciones climáticas en un futuro a corto y medio plazo. Ante la cada vez más evidente aparición de impactos inducidos por el cambio climático global, economistas, geógrafos y sociólogos y otras ramas de las ciencias sociales deben preparar el encaje de las actividades y necesidades humanas en esos nuevos escenarios. Desde el ámbito politécnico, las infraestructuras civiles y energéticas deben adaptarse del mejor modo a las nuevas condiciones. Y, entre otros muchos aspectos, la paleoclimatología debe recuperar testimonios del clima del pasado para disponer de referentes ante las incertidumbres futuras y mejorar en lo posible el funcionamiento de los modelos climáticos.

El impulso que ha experimentado la paleoclimatología ha sido notable en los últimos decenios; en primer lugar, gracias a los avances en diferentes técnicas de datación y análisis químicos, que ofrecen altas fiabilidades y precisión en los datos generados. Pero en segundo lugar, por la perentoria necesidad que existe de generar series de datos climáticos cuya escala temporal vaya más allá de la habitual disponibilidad de las series instrumentales modernas. Determinados patrones de la variabilidad climática, y en especial las manifestaciones extremas, se presentan en unas frecuencias suficientemente bajas para dificultar o impedir su pertinente estudio.

Además de las técnicas disponibles, la paleoclimatología ha aportado nuevas fuentes de información, ya sea en testimonios físicos, biológicos o humanos, de naturaleza muy diferente. Los trabajos que se realizan en la actualidad presentan un gran potencial por los resultados que se irán obteniendo sobre la variabilidad climática, y por las sinergias que se obtendrán cuando se pueda trabajar con una integración de grandes cantidades de datos complementarios y obtenidos desde diferentes fuentes de información.

El trabajo que aquí se presenta es el resultado de una investigación paleoclimática centrada en la obtención de información en fuentes documentales históricas. En un primer apartado se mostrará la disponibilidad de documentos y los métodos aplicados para seleccionar la documentación y recuperar el tipo de información que transmite la mayor y mejor cantidad de datos climáticos posible. Se describirán los resultados obtenidos en una primera aproximación al comportamiento de los episodios de sequía y de precipitaciones generadoras de inundaciones. Por último, se discutirán los resultados tanto desde la vertiente metodológica como estrictamente climática para apuntar futuras líneas de trabajo, las dificultades a vencer y los aspectos que muestran mayor fiabilidad.

MATERIAL Y MÉTODO

La climatología histórica es una especialidad relativamente reciente a pesar de emplear documentación histórica generada siglos atrás. La recopilación de información de carácter climatológico o meteorológico en fuentes documentales históricas es una investigación con las lógicas dificultades y potencialidades (Pfister et al., 2002).

Los aspectos negativos son la gran cantidad de series documentales potencialmente útiles para la reconstrucción climática. La cantidad ingente de documentos susceptibles de contener aunque sea una mínima anotación sobre una circunstancia del tiempo atmosférico obliga a aplicar unas pautas metodológicas de selección. La experiencia previa acumulada por investigadores en contextos historiográficos similares lleva a la aplicación de criterios que reducen las fuentes documentales útiles únicamente a aquellas que cumplen con unos niveles óptimos de fiabilidad y objetividad (Alexandre, 1987). Respecto a las informaciones obtenibles, la investigación debe centrarse en la generación de series de datos que hayan podido ser datados con precisión, que se hayan generado con homogeneidad durante largos periodos de tiempo, sin registrar discontinuidades, salvo algún vacío esporádico, y que tengan la posibilidad de ser mínimamente cuantificables (Le Roy Ladurie, 1967).

Las informaciones que cumplen estas características pueden ser susceptibles de generar series de datos "proxy" de carácter climático. En diferentes contextos históricos europeos, se pueden encontrar diferentes conjuntos de información, siendo difícil establecer una pauta común, tanto en lo que respecta a las características formales de las series (duración, densidad de información, grado de resolución, disponibilidad de cobertura espacial), como por la propia naturaleza de los contenidos climáticos recuperados. En el caso español, las informaciones que

mejor se ajustan a estas especificaciones son de dos tipos. Por un lado, las descripciones directas de eventos meteorológicos extremos (grandes inundaciones por lluvias torrenciales, olas de frío, temporales de mar, vendavales...). Esta información se localiza en los libros de actas administrativas de las autoridades de ámbito local. Por otro lado, se encuentran también referencias a periodos de sequía, pero no a través de su descripción directa sino a partir del registro de las ceremonias litúrgicas celebradas para detener la situación de sequía y obtener una lluvia que reparara el déficit hídrico acumulado. Estos testimonios obtenidos de una respuesta religiosa-cultural ante una adversidad ambiental se encuentran también en las fuentes documentales administrativas de instituciones de gobierno local. En este caso, obtenibles tanto de las autoridades municipales como eclesiásticas.

La fiabilidad de las fuentes consultadas y la credibilidad de la información obtenida se presentan con un alto grado de confianza. Uno de los principales obstáculos para la recuperación de esta información, sin embargo, es la organización misma de la documentación administrativa: la concentración de numerosos y variados aspectos de la vida municipal cotidiana, con asuntos de trámite, regulaciones, nombramientos, junto con los aspectos verdaderamente extraordinarios y que incluso llegan a comportar impactos, obliga a consultar una gran cantidad de material para llegar a la recopilación de la información climática. La baja densidad de la información de una temática específica exige una gran carga de trabajo para realizar las reconstrucciones de series de datos, y más todavía cuando se trata de trabajar en amplios periodos temporales.

Las etapas de clasificación y tratamiento de la información son algo más complejos que la recopilación. Se trata de una fase crítica en la que unas descripciones textuales deben convertirse en datos expresados numérica-

mente. Este proceso de cuantificación se ve facilitado por las clasificaciones de la información obtenida.

En el caso de las inundaciones (Barriendos y Martín-Vide, 1998), los episodios pueden clasificarse en tres tipos, según los niveles alcanzados y la severidad de los daños producidos:

1) Crecidas ordinarias: episodios de lluvias que producen el aumento de los caudales en los sistemas fluviales, sin llegar a ocasionar desbordamientos ni daños significativos.

2) Inundaciones extraordinarias: episodios de lluvias que producen desbordamientos en los sistemas fluviales, que pueden llegar a ocasionar daños significativos pero en ningún caso destrucción de elementos permanentes.

3) Inundaciones catastróficas: episodios de lluvias que producen desbordamientos de gran magnitud que ocasionan la destrucción de infraestructuras hidráulicas, edificios, cultivos, vías de comunicación, etc.

En el caso de la vertiente pluviométrica opuesta, los episodios de sequía, la clasificación y cuantificación no viene dada por elementos descriptivos de la propia sequía que pueden obtenerse de la documentación histórica, sino por la identificación del tipo de ceremonia litúrgica que en relación a la severidad del evento las autoridades decidían aplicar sucesivamente hasta que la sequía se daba por concluida (Martín Vide y Barriendos, 1995). Cada población tiene una tradición local específica, con advocaciones y celebraciones de carácter singular. Sin embargo, los aspectos formales básicos se repiten en todos los casos ya que las directrices para el diseño y organización de los actos litúrgicos emana de El Vaticano. El resultado es una clasificación muy clara y permanente para los diferentes actos litúrgicos vinculados a ceremonias de rogativas de diferente gravedad. Para llegar a un sistema complejo de niveles de rogativas, obviamente, debe atenderse un fenómeno

de prolongada persistencia, como es en este caso la sequía o déficit persistente en la precipitación:

-Nivel I: Oraciones simples, dentro del ámbito de la iglesia.

-Nivel II: Exposición de reliquias o imágenes de advocaciones específicas dentro del ámbito de la iglesia.

-Nivel III: Procesiones con reliquias o imágenes de advocaciones específicas, con recorridos significados dentro de la población. Se trata ya de una celebración pública.

-Nivel IV: Inmersión en agua de reliquias o imágenes de advocaciones específicas. Es una celebración pública sustituida por otras de similar solemnidad después de la prohibición vaticana de sumergir reliquias de 1619.

-Nivel V: Peregrinación a lugares de especial devoción para venerar reliquias o advocaciones fuera del ámbito local.

Con estas herramientas de clasificación puede hacerse un seguimiento aceptable de la variabilidad temporal de las precipitaciones, especialmente en sus manifestaciones extremas. Sin embargo, la información histórica es poco sensible para detectar las variaciones pluviométricas de menor magnitud, cercanas a valores medios. Tampoco es sensible a las variaciones en el régimen térmico, quizás por las características propias del clima mediterráneo en el que estamos ubicados.

Siguiendo los criterios de consulta de fuentes documentales y de clasificación de la información obtenida, en años anteriores se ha procedido a realizar una recopilación sistemática en diferentes localidades españolas (Barcelona, Toledo, Santiago de Compostela, Murcia y Sevilla). La investigación se ha realizado en diferentes fases, en un periodo prolongado de tiempo debido a la carga de trabajo que supone la reconstrucción de cada serie, pero en todo momento se han mantenido los mismos criterios de tratamiento de la información y generación de las series de datos.

RESULTADOS

Las series obtenidas constituyen un conjunto preliminar de índices hídricos, con una muy escasa representatividad espacial si se tiene en consideración la enorme complejidad de los climas presentes en la Península Ibérica. Se trata más bien de un esfuerzo inicial por demostrar la posibilidad de extender la investigación en climatología histórica a diferentes sectores y la conexión entre investigaciones paralelas. La climatología histórica es una especialidad relativamente reciente en España, lo que impide la exposición de unos resultados definitivos o muy avanzados. Sin embargo, esta situación constituye a su vez una oportunidad para mostrar pautas metodológicas y poder iniciar esfuerzos colectivos que permitan en un futuro no muy lejano la obtención de resultados útiles para la investigación climática. Afortunadamente, hay grupos que ya han iniciado trabajos en este sentido, obteniendo resultados relevantes en zonas como Andalucía Oriental (Rodrigo et al., 1994, 1995 y 1999) o Levante (Alberola, 1996, 2004a y 2004b).

En el presente trabajo, se han realizado índices hídricos a resolución anual en los que se muestran la frecuencia de sequías e inundaciones en los puntos de observación antes mencionados. El comportamiento de la sequía en España, perceptible a través del Índice Medio Compensado de Sequía (IMCS), se muestra en la Figura 1.

En primer lugar, debe comentarse el diferente comportamiento de la variabilidad de la sequía en los diferentes contextos climáticos peninsulares, con ejemplos evidentes en las muy bajas frecuencias en Santiago de Compostela y unas frecuencias de sequía sostenidamente elevadas en Murcia. Sin embargo, también deben indicarse algunas deficiencias ajenas a la variabilidad natural. En concreto, las ciudades que antes experimentaron procesos de industrialización y de cambio de actitudes políticas van dejando sin uso el sistema de rogativas por motivaciones

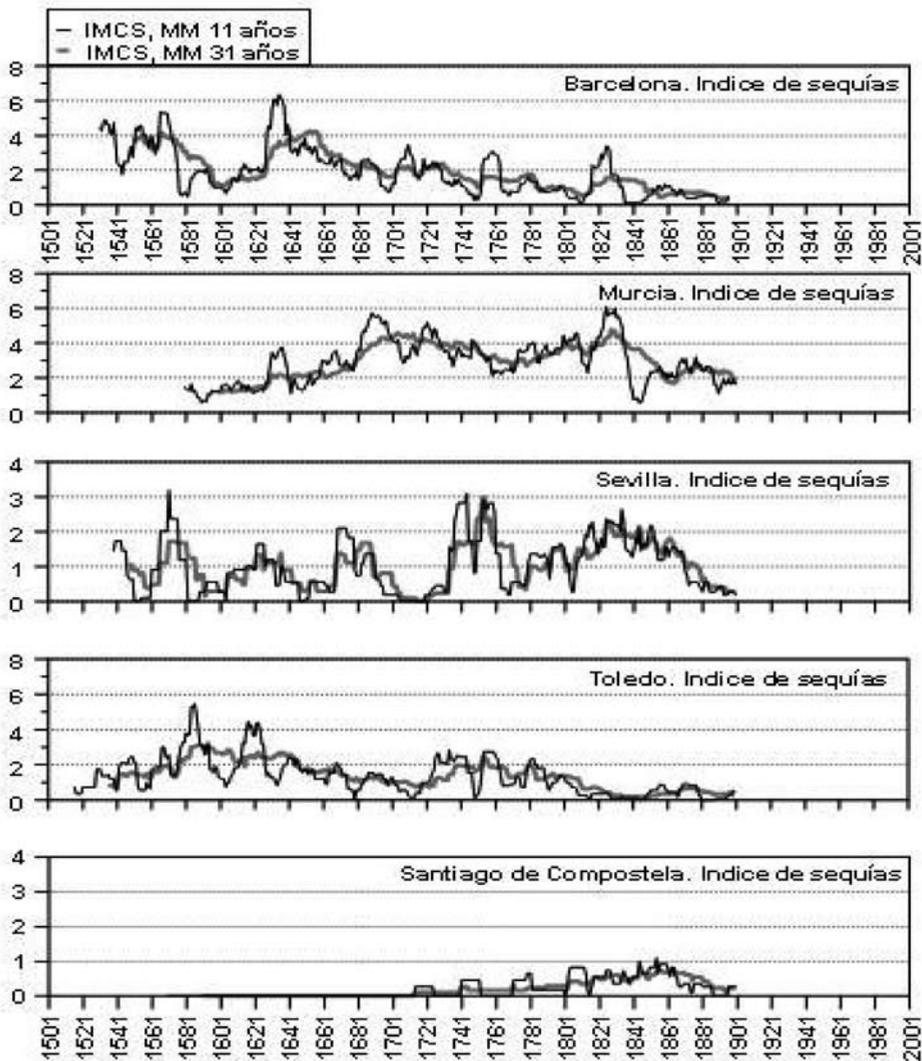


Figura 1. Frecuencia de las sequías en las localizaciones seleccionadas. Índice Medio Compensado de Sequía, expresado en medias móviles de 11 y 31 años.

ambientales. Ello ocasiona un problema de homogeneidad que impide interpretar climáticamente la tendencia a las bajas frecuencias de sequía que durante el siglo XIX aparecen, por ejemplo, en Barcelona. Un efecto similar se produce por la falta de consignación de las rogativas en la documentación administrativa, como sería el caso de Toledo.

La frecuencia de las sequías o, por lo menos, de los episodios de déficit pluviométrico

cuya afectación impulsaba a las comunidades agrarias a pedir rogativas para obtener lluvia, muestra unos patrones algo diferentes según se trata de la vertiente mediterránea o la atlántica. En la mediterránea, Barcelona y Murcia muestran coincidencias muy claras en el decenio de 1560, 1620, 1750 y 1820. En la vertiente atlántica, Toledo y Sevilla muestran los mismos pulsos de sequía frecuente y severa en los decenios de 1560, 1620, 1750 y 1820.

La única novedad es otro pulso perceptible en Sevilla en el decenio de 1660 y otro simultáneo en 1730.

En el caso inverso, la sequía también muestra episodios de muy baja frecuencia. En esta situación, las coincidencias entre ambas vertientes son muy similares. Aparecen periodos de muy escasa sequía en los años 1540-1550

en la vertiente atlántica, y pulsaciones generales entre 1580 y 1600, 1680-1720, aunque en la vertiente mediterránea se limita a 1700-1710, los años 1760-1770 y una última muy evidente entre 1840 y 1860.

Las inundaciones tienen un comportamiento bastante más homogéneo (Figura 2). Se observan tres pulsaciones de incremento de frecuen-

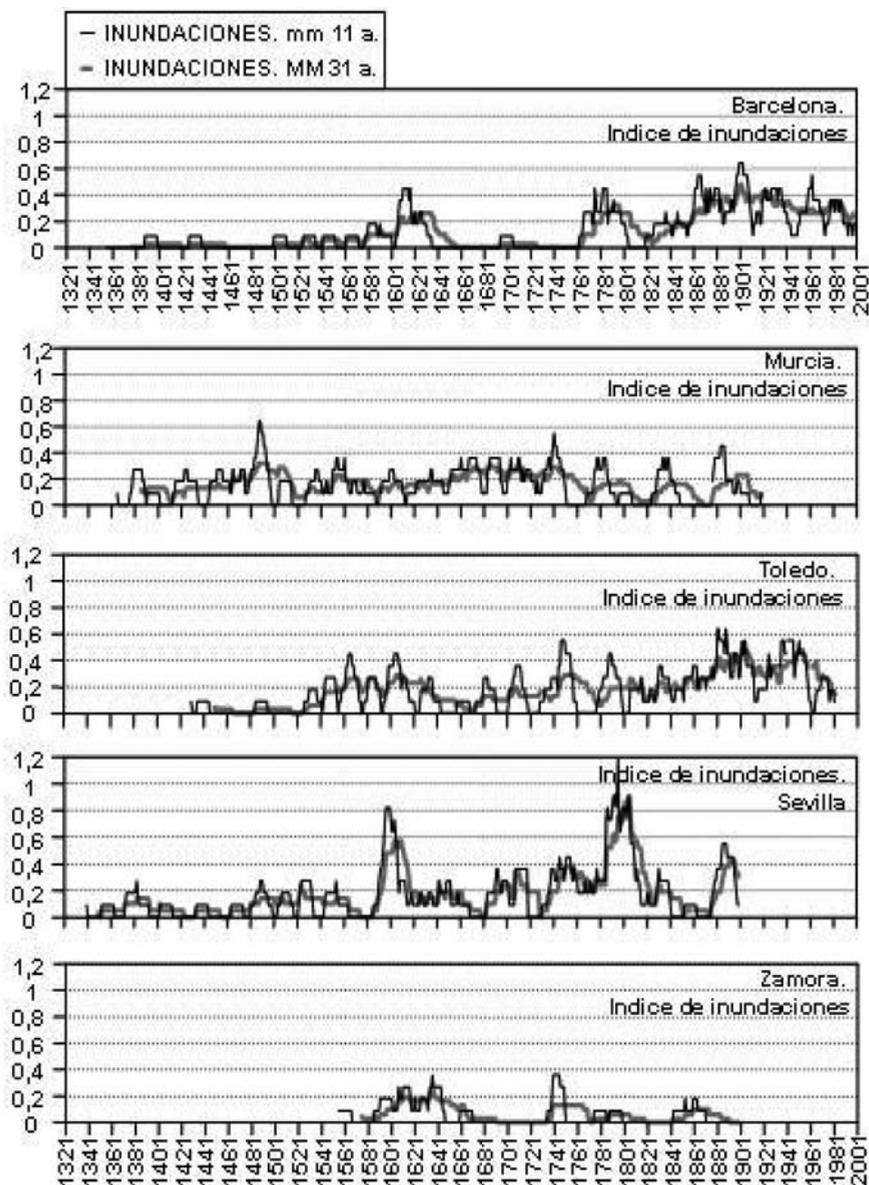


Figura 2. Índice de frecuencia de las inundaciones extraordinarias y catastróficas en las localizaciones seleccionadas. Valores expresados en medias móviles de 11 y 31 años.

cia de inundaciones en los años 1580-1620 (aunque en Murcia no se percibe), 1760-1800 y 1850-1870. Los decenios 1710-1750 tienen un comportamiento similar aunque con magnitudes no tan evidentes en conjunto. Su presencia es acusada en las localizaciones meridionales (Murcia, Sevilla y Toledo) con un comportamiento fluctuante que llega a ser uniforme en el decenio 1740-1750. La síntesis de los índices de todas las localidades promediados ofrece un resultado desigual (Figura 3).

por periodos menos secos, se mantiene relativamente constante hasta que llega el declive en el empleo de rogativas a mediados del siglo XIX. Sólo aparece como notable anomalía el fuerte descenso en la presencia de sequías en los decenios 1580-1620.

La frecuencia de las inundaciones catastróficas ofrece unas oscilaciones más evidentes. Las series en conjunto tienen unas frecuencias bajas, entre las que destacan dos oscilaciones entre 1600 y 1650 y una segunda

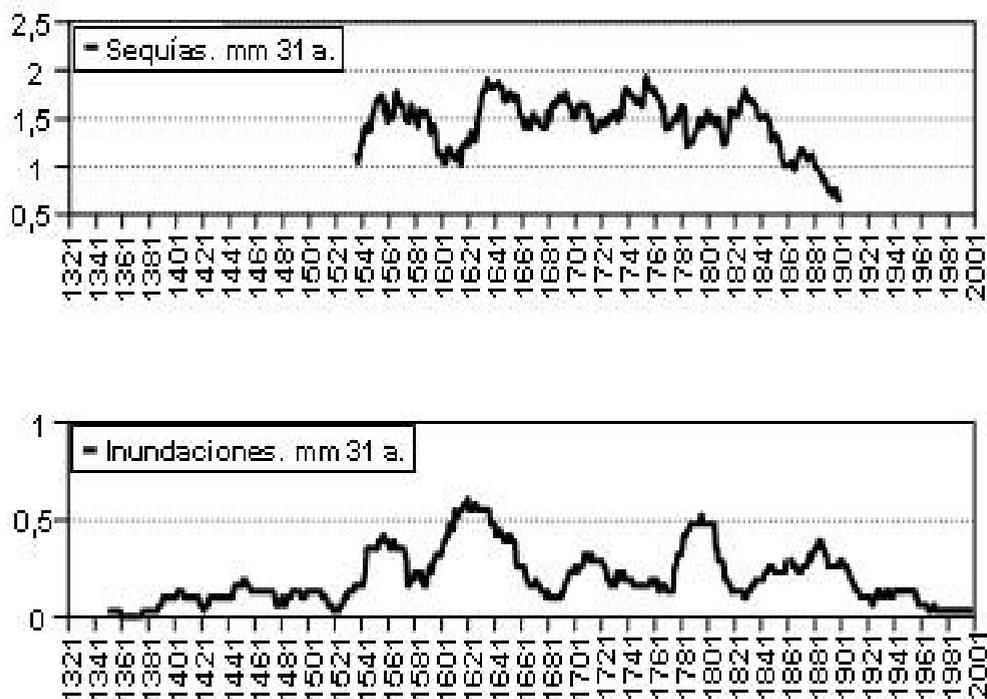


Figura 3: Promedio general de las frecuencias de sequía e inundaciones catastróficas. Valores expresados en medias móviles de 31 años.

Las sequías muestran una dinámica oscilante pero sin eventos climáticos significativos. Ciertamente, se producen unos picos en los que la sequía llega a ser muy frecuente y/o severa, como son los centrados hacia 1560, 1620, 1750 y 1820. Su secuencia, alternada

entre 1770 y 1810. Otras tres oscilaciones de menor magnitud se dieron entre 1540-1570, 1700-1720 y 1850-1890.

Cabe destacar como aspecto singular la coincidencia temporal entre los eventos de sequía acusada con la presencia de frecuentes

inundaciones. Parece que la atmósfera puede producir procesos en los que predominan las sequías o las inundaciones, pero otros pueden generar perfectamente anomalías positivas en las frecuencias de ambos riesgos climáticos.

DISCUSIÓN

La investigación de un fenómeno tan complejo como la variabilidad climática y que se da de forma extensa requiere la colaboración e integración de resultados de diferentes iniciativas de investigación e incluso de diferentes grupos. En algunas especialidades paleoclimáticas, la carga de trabajo para obtener la información y reconstruir series de datos es tan importante que imprime un ritmo de trabajo muy lento y los resultados todavía están lejos de tener un nivel óptimo.

A nivel metodológico, la recuperación de información histórica y su conversión en datos numéricos es una labor ciertamente comprometida. Es difícil encontrar referentes o contrastación de los datos generados para validar los métodos empleados. Por ello, una opción aceptable es el empleo de pautas metodológicas que se apliquen de forma generalizada para que los datos obtenidos tengan la homogeneidad suficiente para unos análisis climáticos en escalas espacio-temporales óptimas. Se trata de iniciar investigaciones con este ánimo y facilitar de este modo que tras un periodo más o menos prolongado los resultados tengan una cobertura temporal y espacial realmente útil y válida para la investigación climatológica.

CONCLUSIONES

Se puede concluir el trabajo con dos ideas básicas mirando hacia el futuro. Por una parte, constatar que la climatología histórica tiene un potencial de investigación muy

importante por la cantidad de información todavía conservada en archivos históricos y no explotada a efectos climáticos. El Patrimonio Documental es tan extenso que no parece haber límite en la posibilidad de extender líneas de trabajo.

Respecto a los primeros resultados, se aprecia una capacidad aceptable de detección y reconstrucción de la variabilidad pluviométrica.

El comportamiento de las sequías se aprecia con unas frecuencias irregulares pero en las que hay un patrón en oscilaciones climáticas de 10 a 20 años de duración en las que las sequías climáticas son frecuentes y severas; casi continuas. Las inundaciones se comportan de un modo parecido y en ocasiones oscilaciones de ambos fenómenos llegan a coincidir. Ello sólo confirma la opinión ya establecida de que durante la miniglaciación el régimen de precipitaciones es notablemente más irregular que en los episodios climáticos de carácter cálido. Si el cambio climático inducido por el hombre en un futuro próximo va a propiciar un incremento en la irregularidad pluviométrica, parece oportuno dirigir una mirada hacia el pasado reciente para encontrar referentes que nos ayuden a gestionar lo mejor posible las incertidumbres futuras.

AGRADECIMIENTOS

Grup de Recerca Consolidat "Paisatge i paleoambients a la muntanya mediterrània" (2005SGR01045). Proyecto Millennium, "European climate of the last millennium" (IP 017008-2). También se agradece la posibilidad de ultimar la recopilación de información al proyecto RAMSHES (REN2002-04584-C04-03/CLI)

BIBLIOGRAFÍA

- Alberola, A. (1996). La percepción de la catástrofe: sequía e inundaciones en tierras valencianas durante la primera mitad del siglo XVIII, *Revista de Historia Moderna* 15:257-269.
- Alberola, A. (2004a). Oscilaciones climáticas y coyuntura agrícola en tierras valencianas durante el reinado de Felipe V. En: *Felipe V y su tiempo*. E. Serrano (ed.): 201-224. Institución "Fernando el Católico".
- Alberola, A. (2004b). Temps de sequera, rogatives i avalots al sud del País Valencià (1760-1770). *Estudis d'Història Agrària* 17: 35-48.
- Alexandre, P. (1987). *Le climat en Europe au moyen âge*. Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, París.
- Barriendos, M. & J Martín Vide. (1998). Secular Climatic Oscillations as Indicated by Catastrophic Floods in the Spanish Mediterranean Coastal Area (14th-19th Centuries). *Climatic Change* 38: 473-491.
- Le Roy Ladurie, E. (1967). *Histoire du climat depuis l'an mil*, Flammarion, París.
- Martín Vide, J. & M. Barriendos. (1995). The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain). *Climatic Change* 30: 201-221.
- Pfister, C., R. Brázdil, & M. Barriendos. (2002). Reconstructing Past Climate and Natural Disasters in Europe Using Documentary Evidence. *PAGES News* 10, 3: 6-8.
- Rodrigo, F. S., M. J. Esteban-Parra & Y. Castro-Díez,. (1994). An Attempt to Reconstruct the Rainfall Regime of Andalusia (Southern Spain) from 1601 A.D. to 1650 A.D. using Historical Documents. *Climatic Change* 27: 397-418.
- Rodrigo F. S., M. J. Esteban-Parra & Y. Castro Díez. (1995). Reconstruction of Total Annual Rainfall in Andalusia (Southern Spain) During the 16th and 17th Centuries from Documentary Sources. *Theoretical and Applied Climatology* 52: 207-218.
- Rodrigo F. S., M. J. Esteban-Parra, D. Pozo-Vazquez & Y. Castro Díez. (1999). A 500-year precipitation record in Southern Spain. *International Journal of Climatology* 19: 1233-1253.