

LA CLIMATOLOGÍA HISTÓRICA EN EL MARCO GEOGRÁFICO DE LA ANTIGUA MONARQUÍA HISPANA

Mariano Barriandos

Resumen

Las fuentes documentales conservadas en archivos históricos contienen información ambiental que permite realizar reconstrucciones de la dinámica climática plurisecular en altas resoluciones temporales y espaciales. En algunos ámbitos culturales como la antigua Monarquía Hispánica, la uniformidad del sistema administrativo ofrece amplias posibilidades de crear series de datos continuas y homogéneas. El potencial de análisis climático comparativo para Europa y América es evidente.

En este artículo se exponen los métodos desarrollados y aplicados en Cataluña (NE de España) así como los primeros resultados que comprenden la caracterización de la última miniglaciación entre los siglos XV y XIX.

Abstract

Documentary sources preserved in historical archives contain environmental information which allows to develop reconstructions of the climatic dynamics in high temporal and spatial resolutions. In any cultural domains, like old Hispanic Kingdom, the uniformity of administrative system offer large possibilities of generating continuous and homogeneous data series. Potential level of comparative climatic analysis for Europe and America is evident.

This paper shows the methodology developed and applied in the case of Cataluña (NE Spain), and first results of research which comprise the characterization of the Little Ice Age (LIA) between 15th and 19th centuries.

La climatología histórica es una especialidad paleoclimática de reciente desarrollo en Europa. En este artículo se pretenden mostrar algunos aspectos relativos a su historia, las pautas metodológicas que emplea así como unos primeros resultados obtenidos en un estudio aplicado al caso de Cataluña (NE de España), entre los siglos XV y XIX.

La investigación en climatología histórica lleva ya acumulada una experiencia de casi medio siglo. En estos años, la labor ha sido intensa y sistemática en los países de Europa Central (Le Roy, 1967; Alexandre, 1987; Pfister, 1988; Pfister, 1989; Brázdil y Kotyza, 1995). En el ámbito cultural hispánico, existen trabajos también desde mediados del siglo XX. El desarrollo de las investigaciones sistemáticas se ha dado, sin embargo, durante la última década de este siglo, dando como resultado la presentación de las dos primeras tesis doctorales de climatología histórica en España (Barriandos, 1994; Rodrigo, 1994). A pesar de los resultados ya alcanzados, estamos ante una

especialidad científica cuyas líneas de investigación tienen todavía un gran potencial de aplicación. Ello es especialmente evidente en todos los antiguos reinos de la monarquía hispánica a ambos lados del Océano Atlántico, desde California a Sicilia, y desde Galicia a Tierra de Fuego. La disponibilidad de importantes fondos documentales de instituciones de ámbito local generados con unos criterios administrativos comunes facilita la aplicación de métodos desarrollados y experimentados en ámbitos geográficos diferentes. La información climática obtenible en diferentes localizaciones, por otra parte, es perfectamente comparable. Ello favorece el análisis de comportamientos climáticos de alcance temporal y espacial muy amplios. Por ejemplo, fenómenos como El Niño (ENSO) o la Oscilación del Atlántico Norte (NAO).

El Grupo de Climatología de la Universidad de Barcelona tiene la climatología histórica como una de sus líneas de investigación, y está potenciando la difusión y aplicación de los métodos ya desarrollados en todo el ámbito histórico común de los antiguos reinos de la Monarquía Hispánica. Las grandes dimensiones y la homogeneidad del patrimonio documental de la Monarquía Hispánica favorecen sin duda el intercambio y comparación de resultados de análisis climático a escala local o regional. De este modo, la comprensión de determinados fenómenos climáticos de escala global que impactan en nuestras sociedades a través de episodios meteorológicos extremos o anomalías climáticas puede verse potenciada. Igualmente, la disponibilidad de un número creciente de datos climáticos en series pluriseculares permitirá caracterizar la dinámica climática de un futuro próximo en su componente natural y en su componente antrópica o de posible alteración provocada por la emisión de gases de efecto invernadero.

TRAYECTORIA HISTORICA DE UNA ESPECIALIDAD JOVEN

Definición e historia de la climatología histórica

La climatología histórica es la especialidad paleoclimática que obtiene la información para sus interpretaciones climáticas exclusivamente de fuentes documentales históricas. Ello comporta la búsqueda en los patrimonios documentales conservados de aquellas fuentes y series documentales que contengan unos niveles óptimos tanto en cantidad como en calidad de información climática contenida.

Suele plantearse como la primera gran dificultad en la investigación en climatología histórica el hecho de que en gran número de documentos manuscritos conservados puede existir algún tipo de información meteorológica o climática. Esta peculiaridad exige que de forma previa a la recopilación de datos se planteen una serie de criterios de selección de fuentes a consultar. Por razones obvias, la selección de las fuentes documentales debe encaminarse hacia la identificación de aquellas fuentes de mayor fiabilidad y que ofrezcan las mayores posibilidades de contener información potencialmente útil para los análisis climáticos. La selección y tratamiento de la información hasta obtener datos numéricos de carácter climático es una de las fases más peculiares de la investigación, al pasar de informaciones cualitativas a datos numéricos. Su análisis posterior, tratamiento estadístico y representación gráfica apenas difiere de los trabajos realizados en climatología basada en fuentes instrumentales.

Un primer interés científico por la información climática contenida en la documentación histórica aparece ya durante la Ilustración, motor de innumerables iniciativas científicas

y técnicas. Por ejemplo, el esfuerzo de las autoridades españolas por recabar noticias y datos sobre las condiciones climáticas anuales y su incidencia en la producción agraria, coordinado por Campomanes a partir del año 1784 y que se prolongó durante 15 años (García de Pedraza y Giménez de la Cuadra, 1985). Durante el siglo XIX, ya se experimentaron realizaciones concretas de notable interés. Dentro de las corrientes de pensamiento positivista, se emprendieron dos líneas de actuación: por un lado, se realizaron transcripciones y ediciones de grandes repertorios de documentación a escala estatal, con lo que ello representaba de facilidad y comodidad de acceso a la información contenida en documentos históricos. Por otro lado, se iniciaron ya recopilaciones de determinados episodios meteorológicos extremos en países del norte de Europa. La irrupción del determinismo entre los siglos XIX y XX en Geografía e Historia no interrumpió las primeras iniciativas recopiladoras, pero aplicó planteamientos ciertamente arriesgados. Considerando el entonces todavía limitado conjunto de datos disponibles en climatología histórica, se hizo un uso poco riguroso de los primeros resultados de la investigación. Los autores deterministas emplearon el clima como elemento explicativo de casi todos los hechos históricos ocurridos en los últimos siglos. El efecto en la comunidad científica fue claramente contraproducente. Se generó un amplio rechazo que indirectamente dejaría la climatología histórica apartada de la investigación y la Universidad durante más de 50 años.

La segunda mitad del siglo XX ha experimentado el impulso definitivo a la especialidad. La corriente de pensamiento neopositivista, con la introducción de métodos y técnicas de análisis eminentemente cuantitativos, dio a la climatología histórica las herramientas con que poder explotar la información ambiental contenida en los archivos históricos sin las servidumbres de un análisis histórico forzado, sino simplemente desarrollando una historia del clima: la caracterización de la variabilidad natural del clima a escala histórica. Son numerosos ya los ejemplos de iniciativas e investigaciones desarrolladas en esta línea desde los años 60. Serían destacables entre ellas las propuestas metodológicas de selección rigurosa de las fuentes documentales (Alexandre, 1977, 1987) y los criterios para establecer series de datos para su posterior análisis e interpretación (Le Roy, 1967).

Definitivamente, el ambiente volvía a ser propicio para el desarrollo de una investigación sistemática y continuada en fondos documentales. Entre los científicos que dieron los primeros pasos, destaca por su incansable actividad y gran producción bibliográfica H. H. Lamb, recientemente desaparecido (Lamb, 1972, 1977, 1982, 1988).

Durante las décadas de los años 1980 y 1990 se ha experimentado un notable impulso cualitativo y cuantitativo. El desarrollo de estudios a escala regional es la manifestación de esta capacidad o potencial climático de las fuentes documentales históricas (Grove, 1988; Pfister, 1988; Pfister, 1989; Glaser y Walsh, 1991; Bradley y Jones, 1992; Brázdil y Kotyza, 1995, 1996, 1999).

El desarrollo de los medios informáticos ha permitido no sólo la realización de investigaciones a escalas modestas, sino la acumulación toda la información procedente de diferentes investigaciones, su concentración y tratamiento hasta disponer de un fondo de datos homogéneos dispuestos para la generación de interpretaciones climáticas a diferentes escalas espaciales y temporales. La posibilidad de estudiar la dinámica climática del último milenio en el continente europeo a diferentes resoluciones espaciales y temporales empieza a ser una realidad. El profesor Christian Pfister, desde

el Departamento de Historia Ambiental de la Universidad de Berna, ha conseguido crear un fondo informatizado de datos climáticos históricos de este tipo (EURO-CLIMHIST).

La disponibilidad de datos en detalle permite incluso el estudio de riesgos climáticos a escala plurisecular, reconstruyendo los impactos producidos y las situaciones sinópticas generadoras de cada uno de los eventos (Pfister, 1999).

Breve historia de la especialidad en España

La climatología histórica tiene en España un desarrollo similar o paralelo al europeo en cuanto a etapas de desarrollo de diferentes planteamientos o actividades investigadoras. Sin embargo, las iniciativas emprendidas han padecido, en general, el problema de la falta de continuidad. Las personas e instituciones implicadas en la investigación han sido escasas, por lo que el grado de colaboración o integración de resultados ha sido, incluso hasta la actualidad, mínimo.

Durante la Ilustración, hubo ya alguna iniciativa que podría considerarse ya en el campo de la climatología histórica. El interés de las autoridades de la monarquía borbónica por recopilar información sobre el desarrollo de las cosechas, epidemias, y otras características ambientales a una escala municipal iba en este sentido. El objetivo final de estas actitudes, plasmadas en leyes y ordenanzas de escaso seguimiento, no era otro que el control y gestión de los recursos agrarios y demográficos del país.

El primer científico con planteamientos específicos de climatólogo histórico fue el médico y físico castellano Manuel Rico Sinobas. En las décadas centrales del siglo XIX, Rico Sinobas realizó investigación climática en diferentes líneas de trabajo. Destacó en la observación meteorológica y especialmente en la conservación, transcripción y tratamiento de estos registros instrumentales cuando aún no se habían iniciado las observaciones sistemáticas coordinadas por un organismo estatal específico (Barriendos *et al.*, 1997)

Pero cabe a Rico Sinobas además el honor de haber sido el primer científico español que planteó la necesidad y posibilidad de generar un fichero centralizado donde recoger todas las informaciones climáticas y meteorológicas que se pudieran obtener en registros documentales antiguos. Sólo con este paso previo, el propio investigador veía posible acumular suficiente información para poder hacer investigación paleoclimática desde fuentes documentales. Su iniciativa no tuvo continuidad y la carpeta donde introdujo las primeras fichas con datos rellenadas por él mismo permanecen conservadas en el Archivo de la Real Academia Nacional de Medicina de Madrid (ARANMM, Manuel Rico Sinobas, c.1850).

Los materiales recopilados por Rico Sinobas abarcan incluso la elaboración de series fenológicas (precios y producciones de cereales y vino) de diferentes poblaciones españolas e incluso las primeras relaciones de episodios meteorológicos extremos, como series de inundaciones ordenadas por cuencas hidrográficas.

El siglo XIX concluye con otra iniciativa aislada, promovida por el ingeniero de minas Horacio Bentabol. En diferentes viajes profesionales, Horacio Bentabol tuvo oportunidad de visitar archivos históricos y recopilar una abundante cantidad de

informaciones climáticas, especialmente comportamientos hídricos extremos (grandes sequías e inundaciones). Con este material realizó una publicación de carácter recopilatorio en la que aún no se llegaban a realizar interpretaciones climáticas a pesar de disponer de una importante cantidad de datos (Bentabol, 1900).

Estos primeros esfuerzos por un desarrollo de la especialidad convivieron en las primeras décadas del siglo XX con la irrupción conceptual del determinismo. En España, con una larga historia llena de avatares de muy diversa índole, resultaba realmente atractivo desarrollar el discurso determinista poniendo en relación esta historia con diferentes hechos climáticos del pasado de los que se empezaba a tener conocimiento aunque muy incompleto tanto en las dimensiones espaciales como temporales. Un ejemplo paradigmático aunque algo tardío en nuestro ámbito cultural sería la producción de Ignacio Olagüe (Olagüe, 1950-1951).

La segunda mitad del siglo XX representa también en España un salto cualitativo al introducirse planteamientos metodológicos cuantitativos y acercar de nuevo la climatología histórica al nivel de la ciencia universitaria. Se trata de un periodo de transición representado por la figura de José María Fontana Tarrats, cuya actividad oficial le permitió desarrollar su afición por la paleoclimatología y acceder a numerosos fondos documentales de diversas regiones españolas. Este investigador fue consciente de las enormes proporciones del patrimonio documental de los diferentes reinos de la antigua Monarquía Hispánica, su gran potencial paleoclimático, pero también del costoso esfuerzo material y humano que representaría la recopilación de aquella información. Su labor básica fue, en consecuencia, la identificación y caracterización de diferentes fuentes documentales, así como el volcado de sus primeras relaciones de datos en unas monografías regionales mecanoscritas, algunas de cuyas copias se conservan en diferentes bibliotecas universitarias y en la Biblioteca del Instituto Nacional de Meteorología en Madrid. Los trabajos se extendieron a Galicia, ambas Castillas, Andalucía, Valencia, Murcia, Baleares y Cataluña (Fontana, 1971-1977; Id., 1976a; Id., 1976b; Id. 1977; Id., 1978; Id. *et al.* 1974-75). La labor llevada a cabo durante años por Fontana Tarrats era sólo una aproximación a la espera de que nuevos medios técnicos permitieran acceder a la información y tratarla con rapidez y efectividad.

Las referencias o líneas maestras ya estaban trazadas cuando finalmente la especialidad fue considerada por algunos miembros de la comunidad universitaria. Después de un primer acercamiento metodológico al posible potencial de las rogativas por motivaciones ambientales, apuntado por el Dr. Emili Giralt para el caso de Barcelona (Giralt, 1958). Posteriormente, se hicieron algunos trabajos de aproximación al tema (Viñas, 1975; Id., 1976). Incluso se plantearon ya trabajos de síntesis, como la obra de Inocencio Font Tullot, que combina los resultados de la investigación más avanzada de grupos europeos o americanos con los fondos de datos recopilados por Fontana Tarrats (Font Tullot, 1988).

Los primeros trabajos completos realizados desde la Universidad no llegan de hecho hasta la década de 1980. Se trata de estudios que seleccionan unas fuentes documentales, se realiza su consulta sistemática y se analizan los datos recogidos para realizar unas primeras interpretaciones climáticas (Albentosa, 1981-1982; Álvarez, 1986).

Sólo a partir de 1990 se llevan a cabo y culminan investigaciones defendidas como tesis doctorales (Barriendos, 1994; Rodrigo, 1994), el primer caso para tratar el clima en Cataluña entre los siglos XV y XIX, y el segundo para Andalucía en los siglos XVI y XVII.

Se llega así a la situación presente, en la que los grupos que realizan investigación son pocos pero su nivel de trabajo y de integración con diferentes equipos europeos de la especialidad empieza a ofrecer resultados óptimos (Barriendos, 1997; Barriendos y Martín Vide, 1998; Martín Vide y Barriendos, 1995; Rodrigo *et al.*, 1994; Rodrigo *et al.*, 1995).

Sin embargo, el potencial de la especialidad aún es amplísimo y hace que la documentación consultable a efectos paleoclimáticos sea ingente. La investigación desarrollada hasta el presente representa la consulta de aproximadamente el 2 por ciento de los fondos documentales que cabría consultar, atendiendo sólo fuentes administrativas en grandes ciudades.

Por otra parte, el patrimonio documental conservado en los diferentes países americanos permanece todavía prácticamente inexplorado a efectos climáticos. Se han realizado ya investigaciones y aproximaciones a la documentación existente, pero han generado todavía escasas series de datos como para permitir análisis climáticos conjuntos. Casualmente, existen dos líneas de trabajo abiertas, cada una en un hemisferio diferente. Existen trabajos en Argentina protagonizados por la Dra. Prieto (Prieto, 1985; Id., 1994; Prieto *et al.*, 1991; Prieto *et al.*, 1992) y en México DF por Gustavo Garza, coordinado desde el Grupo de Climatología de la Universidad de Barcelona (Garza y Barriendos, 1998).

PAUTAS METODOLÓGICAS GENERALES

El sistema de trabajo en climatología histórica

Las diferentes pautas de trabajo o métodos aplicables en climatología histórica tienen la servidumbre de tener que amoldarse a las disponibilidades o riqueza de detalle que proporcionan las fuentes documentales a consultar en cada punto de observación o sector bajo estudio. Sin embargo, dentro de los antiguos reinos de la Monarquía Hispánica, es importante destacar el alto grado de homogeneidad que se produce a efectos documentales por cuanto estaban todos ellos sometidos a un mismo sistema administrativo. No sólo se dispone de unos documentos formalmente similares (idioma, tipo de letra, etc.) sino que además los contenidos se generaban bajo unos patrones o criterios prácticamente idénticos.

Otro aspecto metodológico general del patrimonio documental son sus dimensiones inabarcables. A sabiendas de que en cualquier documento puede encontrarse alguna referencia a un fenómeno meteorológico o una circunstancia climática, las magnitudes de este patrimonio obligan a generar, ante todo, estrictos criterios de selección de las fuentes a consultar. De otro modo, las fases de recopilación de datos prácticamente no tendrían fin.

Con estos planteamientos, y debido a las fases iniciales en que aún se encuentra la climatología histórica en España, es fácil suponer que el sistema de trabajo en esta especialidad presenta una distribución de esfuerzo o dedicación temporal en el que las fases de recopilación de datos ocupan un alto porcentaje (>80%), mientras que el tratamiento y análisis de los datos se ve favorecido por los medios informáticos actualmente disponibles (<10%) y la elaboración e interpretación de resultados tampoco ocupa una proporción importante (<10%).

Criterios de selección de fuentes

Ya se indicaba anteriormente el problema de tener que reducir el volumen de documentación consultable al planear el inicio de cualquier investigación. El mejor modo de hacerlo es el establecimiento de unos criterios de selección rígidos que den prioridad a la calidad y fiabilidad de los documentos que finalmente se decida consultar.

Los trabajos ya realizados en los países de Europa Central permiten por lo menos disponer de una experiencia previa en este sentido. Es evidente que la consulta de fuentes históricas exige un mínimo de prudencia y espíritu crítico si el objetivo de la investigación es la utilización de las informaciones allí contenidas (Bell y Ogilvie, 1978). La aplicación de criterios de selección puede realizarse a dos niveles: sobre las fuentes documentales y sobre la información a recopilar.

Las fuentes documentales utilizables en climatología histórica deben tener por lo menos dos características básicas para evitar introducir una cantidad excesiva de errores, valoraciones subjetivas o falsedades. Por un lado, debe tratarse de documentación original directa. Es decir, deben evitarse los documentos reproducidos o copiados de otras fuentes, tanto por la posibilidad de introducir errores en la información como por la posible selección previa de informaciones contenidas. Por otro lado, debe haber la garantía de que el escribano o persona que redacta el documento sea contemporánea a los hechos que está relatando (Alexandre, 1977; Alexandre, 1987).

Respecto a la información recopilada, existen cuatro criterios que deben cumplirse a fin de obtener un material climáticamente útil. Las informaciones deben aparecer claramente datadas, deben generarse de forma homogénea durante el periodo estudiado, deben aparecer de forma continua, sin interrupciones por pérdida de los documentos, por ejemplo. Finalmente, debe ser una información mínimamente cuantificable (Le Roy Ladurie, 1967).

Tratamiento y análisis de los datos

La información meteorológica y climática obtenible en fuentes documentales puede ser muy variada pero con la aplicación de los criterios antes descritos se reduce sensiblemente el número de elementos o fenómenos con los cuales poder llegar a desarrollar series de datos que permitan su posterior interpretación paleoclimática.

Una vez obtenida una serie de informaciones de un mismo tipo, el tratamiento que requiere para convertirse en una serie de datos es muy simple. Consiste en objetivizar y cuantificar cada información según su tipo, intensidad y duración, introduciéndola en

una tabla numérica según la resolución temporal a la que se esté trabajando (habitualmente anual, estacional o mensual).

Este sistema permite obtener listados de frecuencia de aparición de fenómenos específicos. Su objetivo final no permite realizar más allá de estudios de escala local o regional. Sin embargo, dado que el clima tiene unos procesos y comportamientos de alcance global, en el que no existen fronteras estatales o culturales, debe existir un esfuerzo añadido en generar "lenguajes" de trabajo que permitan obtener resultados perfectamente intercambiables entre diferentes grupos de investigación de ámbitos geográficos diferentes. Este esfuerzo de uniformización metodológica se ha ido gestando lentamente a través de las experiencias adquiridas sobre el terreno por cada investigador e intercambiadas posteriormente en reuniones internacionales, proyectos de investigación conjuntos y en la preparación de publicaciones de ámbito continental. Los países anglosajones y centroeuropeos han estado a la vanguardia en el desarrollo de sistemas de índices térmicos e hídricos con los cuales reducir la información histórica cualitativa a series numéricas, aplicados de forma sistemática en la investigación (Lamb, 1972; Id., 1977; Id., 1982; Id., 1988; Pfister, 1988; Glaser y Walsh, 1991). Se trata de sistemas de índices que pretenden objetivizar y cuantificar información de forma que el resultado numérico pueda expresar con el mínimo de alteración posible las circunstancias climáticas de ámbitos geográficos muy diferentes. Un ejemplo práctico sería un índice hídrico a resolución mensual que abarcaría valores entre +3 y -3. Cada información disponible se ubica en los valores que el investigador considera apropiados, siguiendo, por ejemplo, el siguiente patrón:

- +3 : Lluvias muy intensas que producen daños por inundaciones catastróficas
- +2 : Lluvias intensas que producen algún tipo de molestia
- +1 : Presencia de lluvias
- 0 : Situación de normalidad o ausencia de información
- 1 : Ausencia de lluvias
- 2 : Sequía meteorológica que produce algún tipo de alteración a los cultivos
- 3 : Sequía climática prolongada con pérdida de cosechas y otros daños

Las combinaciones son muy variadas, pudiéndose adaptar un sistema de índices a la mayor riqueza o grado de sensibilidad de la información disponible. En casos de información más pobre, escasa o general, puede reducirse el sistema de índices hasta una mínima expresión (+1, 0, -1).

La generación de series numéricas permite ya su tratamiento estadístico sin otros inconvenientes que el manejo de series de varios miles de valores: pueden reducirse o aumentarse las resoluciones temporales, obtener valores medios, períodos de retorno para determinadas situaciones, suavizar o filtrar los datos para identificar comportamientos climáticos a diferentes escalas, etc.

Finalmente, la generación de índices tiene como una de sus finalidades, ya apuntada anteriormente, la capacidad de combinar series de datos de diferentes regiones o ámbitos naturales ya que están elaborados con un "lenguaje" común. Este alto grado de comparatividad es imprescindible cuando se quieren caracterizar e interpretar comportamientos generales del clima a escalas espacio-temporales muy amplias.

LA DOCUMENTACIÓN Y SUS CONTENIDOS DE INTERÉS CLIMÁTICO

Consideraciones sobre los sistemas de archivos

En el contexto histórico de la Europa Occidental, diferentes instituciones empezaron a generar documentación de una forma sistemática y seriada en un buen número de poblaciones aproximadamente a partir de los siglos XIII-XIV, aunque se dispone de documentos esporádicos con interés climático muy anteriores. En el ámbito de los reinos de la Monarquía Hispánica, en los siglos XIII y XIV también se inicia la generación y conservación de documentos seriados, aunque sólo en los reinos septentrionales, estructurados después de las primeras fases de la Reconquista (León, Castilla, Aragón). No puede hablarse de generación documental en un territorio amplio hasta las primeras décadas del siglo XVI. En ese momento, no sólo todos los reinos peninsulares estaban en disponibilidad de generar y conservar documentos, sino que también la paulatina implantación de la administración castellana en América permite extender esas condiciones a todos los virreinos americanos. Por otra parte, los reinos del ámbito mediterráneo vinculados a la Corona de Aragón durante la Edad Media (Mallorca, Nápoles, Sicilia, Cerdeña), y que formaron parte de la Monarquía Hispánica a partir de la unión de los Reyes Católicos, experimentaron todos ellos un desarrollo similar y paralelo en sus aparatos administrativos.

La conservación en archivos históricos de este patrimonio documental es una de las preocupaciones directas en climatología histórica. Debido a la necesidad de obtener y tratar series de datos en escalas temporales muy largas y continuas, se hace evidente también la necesidad de que este patrimonio haya quedado conservado en un sistema de archivos eficaz y haya sufrido el menor número posible de percances durante su historia, tanto fortuitos (incendios, inundaciones, plagas, negligencias) como deliberados (guerras, revoluciones, desidia). En España fueron de especial gravedad para el patrimonio documental conflictos bélicos como la Guerra de la Independencia contra las tropas napoleónicas, las tres guerras carlistas, o la última Guerra Civil (1936-1939). En todas ellas se produjeron destrucciones masivas y sistemáticas de fondos archivísticos.

La evolución de los archivos de instituciones públicas ha sido positiva. Desde mediados del siglo XIX, tanto a escala estatal como municipal se percibe un esfuerzo por ubicar los archivos en edificios o ámbitos propios y con personal especializado. Los fondos de instituciones eclesiásticas han sufrido sin embargo mayores problemas. Las desamortizaciones de mediados de siglo XIX descapitalizaron a la Iglesia, por lo que su patrimonio arquitectónico, artístico y documental pasó por diferentes vicisitudes. Las revoluciones de este siglo representaron la destrucción directa o la dispersión de importantes fondos, especialmente en comunidades conventuales y monacales. Una parte importante de los mismos fue salvaguardada por el Estado e instituciones públicas. En definitiva, la pérdida de poder económico por parte de la Iglesia ha provocado que buena parte de sus fondos documentales no se encuentre en unas condiciones óptimas de conservación ni de acceso por parte de los investigadores, salvando siempre muy dignas y encomiables excepciones.

A pesar de los problemas relatados, el patrimonio documental conservado aún es ingente y puede permitir numerosas investigaciones en climatología histórica. Actualmente, los recursos destinados por instituciones públicas en la conservación de

fondos documentales y su adecuación para el acceso de los investigadores hacen que la situación sea optimista.

Tipos de fuentes o fondos documentales de interés para la climatología

Los fondos documentales pueden organizarse o tipificarse según el objetivo con que han sido generados: el por qué. Así, puede hablarse de documentos de diferente finalidad:

- Finalidad notarial
- Finalidad judicial
- Finalidad fiscal
- Finalidad administrativa
- Finalidad económica
- Finalidad militar
- Finalidad privada

Pero esta clasificación extensiva o global poco aporta en el esfuerzo por delimitar fuentes para la climatología histórica.

Atendiendo a las instituciones y personas que generan documentación (el quién), pueden ya empezarse a perfilar los fondos interesantes y descartarse los menos útiles:

- El Estado o la Corona: tienen las atribuciones de alta política, diplomacia y alta justicia.
- Señores y propietarios. Personas o instituciones propias del ámbito rural, vinculadas a la actividad agraria. Pueden ser útiles aquellos linajes o familias que conserven documentación administrativa y fiscal de sus explotaciones.
- Ayuntamientos: Entidades de gobierno local con tan alto grado de atribuciones y responsabilidades que en su documentación administrativa puede encontrarse hasta el más mínimo detalle de la vida cotidiana de un pueblo o ciudad, así como todos aquellos fenómenos o circunstancias que alteraran esa relativa normalidad.
- Gremios: asociaciones profesionales cuya documentación puede ser útil en el caso de gremios vinculados a la gestión de los recursos hídricos o a la agricultura.
- Hospitales: instituciones con una amplia autonomía dedicados a la asistencia sanitaria. Interesantes para demografía histórica y estudios de epidemiología.
- La Iglesia. Sus atribuciones, privilegios y poder económico la hacían actuar como un Estado dentro del Estado. Ello se refleja en la documentación de monasterios y capítulos catedralicios, muy rica y variada.
- Empresas. Documentación sobre la actividad de las empresas puede ofrecer sorpresas como, por ejemplo, cuadernos de bitácora en empresas navieras o mercantiles. Su presencia sólo es habitual desde el siglo XVIII.
- Profesiones liberales. La capacidad intelectual de este colectivo les convierten en una de las mejores fuentes de documentación de origen privado, como dietarios, libros de memorias o de hechos memorables.
- Militares y viajeros. En ambos casos, la presencia en el territorio por campañas militares o viajes de negocios permite generar documentos con observaciones meteorológicas frecuentes e interesantes. Sólo se plantea el problema de que los

datos generados en los desplazamientos obviamente no corresponden a observaciones en puntos fijos.

- Científicos. Por el nivel cultural y por la actividad, constituyen una de las mejores fuentes documentales, con frecuentes e importantes anotaciones sobre meteorología y climatología, tanto en viajes científicos como en observación estática.

Tipos de series documentales de utilidad directa en climatología

La climatología histórica ha establecido por experiencia propia aquellos fondos documentales que, cumpliendo unos mínimos criterios de calidad, ofrecen la información meteorológica y climática que permiten alcanzar sus objetivos científicos. Hasta el presente, la síntesis de los tipos de documentos empleados de forma común en climatología histórica son los siguientes (Pfister, 1988):

- Sagas y leyendas
- Crónicas, anales y dietarios
- Actas municipales y documentación administrativa
- Libros de contabilidad de explotaciones agrarias
- Documentos personales con observaciones esporádicas o intermitentes
- Dietarios meteorológicos cualitativos
- Observaciones meteorológicas instrumentales

En la aplicación de esta experiencia en el caso español, el tipo de fuentes a emplear quedan sensiblemente limitadas por diferentes motivos. Las observaciones meteorológicas instrumentales son recientes. Además, un número muy escaso de ellas se retrotrae más allá de mediados del siglo XIX en España y su recopilación y tratamiento aún están en curso en diferentes proyectos de investigación (Barriendos *et al.*, 1997).

Los dietarios con registros meteorológicos cualitativos son una fuente de la que hay pocas referencias en España. En Europa, en cambio, profesores de numerosas Universidades, básicamente astrónomos, iniciaron este tipo de registros entre los siglos XV y XVI hasta enlazar con los registros instrumentales. Su recopilación también es una prometedora línea de investigación todavía abierta.

Las sagas y leyendas son una fuente de carácter literario, cuyos contenidos útiles están en función de la sensibilidad ambiental del autor. Algunas obras literarias medievales y modernas españolas podrían aportar alguna información útil, así como las representaciones pictóricas, pero es una línea de investigación no abierta hasta el momento.

Respecto a las observaciones o informaciones esporádicas que pueden aparecer en cualquier documento, parece que puede descartarse cualquier investigación en este sentido, no por su falta de interés, sino por el esfuerzo material y temporal necesario para afrontarla.

En definitiva, quedan tres posibles fuentes cuyo interés climático es real y comprobado:

- Los libros de contabilidad de explotaciones agrarias, tanto señoriales, como privadas o eclesiásticas (monasterios). Se trata de una línea de investigación no abierta pero con fondos documentales bien localizados y de indudable interés.
- Crónicas, dietarios, libros de memorias. Se trata de una fuente documental de gran densidad de información de tipo ambiental, pero desafortunadamente no se encuentran tantos documentos de este tipo como sería de esperar en ciudades de historia tan dilatada como las españolas.
- Actas municipales y documentación administrativa. Los libros de actas con los acuerdos o resoluciones de los órganos de gobierno municipales (consejos) y eclesiásticos (capítulos catedralicios) tienen como aspecto positivo el registro sistemático de todos aquellos sucesos o circunstancias que alteraban la vida cotidiana en ámbitos locales, tanto por factores humanos como naturales. Pueden encontrarse en esta documentación administrativa desde las descripciones de episodios meteorológicos extremos, con relaciones detalladas de daños y destrucciones de infraestructuras, hasta actividades cotidianas perfectamente reguladas y documentadas, como el comercio de la nieve (Capel, 1982).

Tipos de información obtenible

La información ambiental contenida en documentos históricos es muy variada y se presenta con características formales y de contenido diferentes. Por este motivo, según los objetivos de cualquier investigación que se plantee, parece útil la tipificación de estas informaciones según diferentes criterios.

Información según su procedencia

La información sobre cualquier tipo de fenómeno ambiental documentado puede clasificarse según la naturaleza del mismo o sobre la naturaleza de los problemas o impactos que ocasiona:

- Aspectos físicos: no resulta extraño disponer de la descripción directa de fenómenos meteorológicos de cualquier tipo. De todos modos, y especialmente en el ámbito mediterráneo, lo frecuente es encontrar descripciones de episodios meteorológicos extremos, por la trascendencia de sus efectos destructivos en las comunidades humanas. En este caso, la información climática obtenible es directa, dependiendo su calidad y precisión de la capacidad del escribano o escritor en relatar cada evento de la forma más detallada y completa posible.
- Aspectos biológicos: la descripción pormenorizada de todo tipo de epidemias, plagas fitosanitarias y epizootias tiene su lógica en sociedades medievales y modernas por la gran dependencia que la población tenía por la producción agraria y la imposibilidad de evitar o paliar eficazmente cualquier problema de salud pública que se produjese. En este caso, la información climática a obtener sería indirecta, por definición de los umbrales térmicos o pluviométricos en los que determinados agentes patógenos o sus vectores necesitan para implantarse en un sector geográfico determinado. El ejemplo típico son las plagas de langosta (Buj, 1996).
- Aspectos humanos: las actividades humanas pueden manifestar una sensibilidad directa por problemas ambientales. En este sentido, la documentación puede

contener información acerca de anomalías en la actividad agraria producidas a su vez por anomalías climáticas. Incluso otras actividades como el transporte podía ser sensible a determinadas anomalías, como el transporte fluvial (crecidas, heladas) o los pasos de montaña (grandes nevadas).

Información según su carácter

Otro criterio de clasificación de la información es su carácter o grado de inmediatez intrínseco.

- Información directa: el ejemplo actual serían las observaciones meteorológicas instrumentales. En las fuentes documentales, la información directa la constituyen las descripciones de fenómenos meteorológicos cuyos efectos destructivos ocasionaban severos impactos en las comunidades humanas.
- Información indirecta: la expresión que define este tipo de información es *proxy-data*. Estos datos tienen la peculiaridad de contener información meteorológica o climática pero que debe deducirse como causa o efecto del hecho o circunstancia que se está describiendo. Un *proxy-data* frecuente y muy útil en el ámbito cultural católico serían las ceremonias de rogativas por motivaciones ambientales.

Fenómenos meteorológicos identificables

Los procesos de selección de fuentes y tratamiento de la información dejan un abanico de fenómenos identificables y utilizables en climatología histórica:

- Información térmica: en el ámbito mediterráneo, la información sobre condiciones térmicas es escasa e inhomogénea o discontinua. Cuando hay alguna referencia se centra principalmente en la presencia de olas de frío. La gravedad de sus efectos en la vida ciudadana y en las actividades agrarias no tenía parangón con las olas de calor, cuyo registro documental es casi anecdótico.
- Información hídrica: las informaciones referidas al comportamiento del régimen pluviométrico son abundantes, continuas y homogéneas. Es el material base para cualquier investigación en climatología histórica que se quiera iniciar en este ámbito geográfico. Pero si bien la calidad de esta información es óptima, sólo hace referencia a los comportamientos hídricos extremos.

Los déficits hídricos, las sequías, se expresan con gran nivel de detalle, tanto en su duración como en su intensidad, pero a través de un *proxy-data* cultural: las ceremonias de rogativas *pro pluvia*.

Los excesos hídricos, episodios de precipitaciones prolongadas o intensas, tienen también su reflejo documental. Las primeras a través de las rogativas *pro serenitate*. Las segundas a través de la descripción directa de las inundaciones producidas así como las relaciones de daños y destrucciones ocasionadas. Aunque de forma variable según cada escribano, la información meteorológica e hidrológica obtenible para cada episodio suele ser muy útil para identificar el episodio meteorológico propiciador e incluso el comportamiento del sistema fluvial estudiado.

Otros fenómenos meteorológicos aparecen también en la documentación histórica, pero su utilidad queda en entredicho tanto por la escasa homogeneidad de la aparición de sus registros como por su comportamiento en ocasiones excesivamente local. Sería el caso de episodios de viento intenso (quizás tornados), temporales de mar o tormentas.

El papel de las fuentes historiográficas y las publicaciones periódicas

Las fuentes impresas merecen mención aparte. Por un lado, se dispone de la producción historiográfica, especialmente la de ámbito local o regional, para aproximarse a fuentes documentales y fondos de datos útiles en climatología histórica. Sin embargo, hay que reconocer el escaso interés de los historiadores por estos enfoques ambientales, después de la experiencia del determinismo de principios de siglo. La escasez de obras que pudieran ayudar al investigador está, pues, justificada. Sin embargo, las fuentes historiográficas locales contienen relaciones de fenómenos extraordinarios, entre los que aparecen riesgos climáticos. Es una práctica habitual de este tipo de obras, creadas y publicadas aproximadamente entre mediados del siglo XIX y mediados del siglo XX.

La utilidad de estas fuentes sería completa, no ya por su calidad intrínseca pues a menudo se trata sólo de selecciones de datos, sino por la indicación de fuentes documentales de calidad óptima donde encontrar informaciones meteorológicas o climáticas. Desgraciadamente, la ausencia en ocasiones incluso consciente de cualquier tipo de referencia o ayuda en la localización e identificación de fuentes documentales interesantes es muy frecuente.

Los fondos de publicaciones periódicas conservadas con cierta regularidad desde mediados del siglo XIX son otra fuente de información interesante. Su principal problema es la lógica limitación de las series temporales obtenibles. Por otra parte, las informaciones contenidas en artículos de prensa pueden contener algún tipo de exageración o subjetividad por su propio carácter de opinión.

LA INFORMACIÓN OBTENIBLE EN PROXY-DATA CULTURALES. LA EXPLOTACIÓN DE LAS CEREMONIAS DE ROGATIVAS

La mayor parte de la información meteorológica y climática obtenida en las fuentes documentales del ámbito de la Monarquía Hispánica hasta la actualidad son *proxy-data* culturales: ceremonias de rogativas por motivaciones ambientales. Por este motivo, y por haber requerido el desarrollo de una metodología específica respecto a las experiencias en Europa septentrional, parece apropiado extender en este apartado una serie de consideraciones sobre las rogativas. Su potencial para el análisis climático sobre diferentes elementos meteorológicos y, especialmente, la capacidad de iniciar su recopilación en cualquier país dentro del ámbito cultural católico, convierten a las rogativas en una herramienta nada despreciable de la climatología histórica (Barriendos, 1994; Martín Vide y Barriendos, 1995).

Factores propiciadores

La decisión tomada por una comunidad humana de iniciar rogativas por alguna circunstancia ambiental anómala tiene dos motivaciones directas muy evidentes. En primer lugar, las limitaciones tecnológicas propias de la sociedad europea de la Edad Media y la Edad Moderna, incluso hasta un tiempo después de iniciada ya la Revolución Industrial, hacen que las comunidades humanas sean sensibles a un gran número de circunstancias ambientales desfavorables. La falta de otro tipo de recursos, obligaba a la población a acudir a la religión para solicitar, por lo menos, unas condiciones meteorológicas propicias para obtener unas cosechas que garantizaran su subsistencia.

En segundo lugar, el carácter irregular del régimen pluviométrico en el clima mediterráneo generaba situaciones de "stress" ante la necesidad de recursos hídricos, tanto para la agricultura como para los procesos productivos e incluso para disponer de energía hidráulica. La sucesión de comportamientos hídricos extremos, desde sequías prolongadas a inundaciones intensas, desbordaba por completo las capacidades tecnológicas para paliar los efectos negativos de este comportamiento. En definitiva, no quedaban muchos más recursos que dirigirse al Todopoderoso mediante diferentes advocaciones para implorar el retorno a unas condiciones normales.

El mecanismo institucional de generación de rogativas por motivaciones ambientales

No se dispone de documentación que haga referencia explícita al modo de organizar las rogativas y controlar su convocatoria y desarrollo. Como mucho, es posible encontrar "consuetas" o libros de ceremonial tanto municipales como eclesiásticos, donde se explican los pasos a seguir para la realización de una convocatoria. Todo hace suponer que estas ceremonias estaban regidas por los usos y costumbres de cada población, con el lógico marco legal general de la Iglesia. En la Iglesia Católica las rogativas por motivaciones ambientales son una práctica bastante antigua: las procesiones de rogativas fueron instituidas por san Mamerto, arzobispo de Viena, en el año 469 (Fierro, 1991).

El regalismo de los monarcas borbónicos ayudó a plasmar mínimamente en documentos oficiales el funcionamiento de las rogativas. Algunos de los esfuerzos por controlar las rogativas desde autoridades civiles, y su plasmación en la legislación de la época (Real Cédula Instructoria, 13 de octubre de 1718), no hacían más que reflejar documentalmente los hechos que ya venían desarrollándose de aquel modo desde hacía siglos: la competencia de realizar rogativas era de las autoridades municipales, y la Iglesia sólo cuidaba del desarrollo de la actividad litúrgica pertinente.

En abstracto, las ceremonias de rogativas presentaban un mecanismo de realización siempre idéntico, que se repetía en todas las ocasiones que fuera necesario realizar una de ellas. Por otra parte, este mecanismo estaba controlado y participado de forma directa por una serie de instituciones, cada una de ellas con unas competencias y responsabilidades perfectamente establecidas:

a) Se produce una variación o anomalía ambiental.

b) El gremio de hortelanos o labradores transmite su inquietud a las autoridades municipales.

c) El gobierno municipal evalúa la situación y toma las determinaciones convenientes, encaminadas a encargar algún tipo de rogativas a la Iglesia.

d) Las autoridades eclesiásticas reciben la orden de realización de una rogativa y realizan las gestiones oportunas para llevarla a cabo, integrar la misma en el calendario de actividades regulares y convocarla al público, si procede.

e) Se realiza la rogativa en los plazos y en el modo estipulado por las autoridades municipales y eclesiásticas.

Este procedimiento enlazado estaba evidentemente burocratizado. Cada paso tenía unos trámites, deliberaciones, determinaciones y, lo más importante para la investigación climática, quedaban registros documentales de toda esta actividad administrativa. Los registros son especialmente rigurosos y continuos en las actas municipales, pues esta autoridad determinaba la realización de cada rogativa y, en ocasiones, en las actas de capítulos catedralicios, donde se recibía la orden y era necesario integrar cada rogativa en el complejo calendario de actividades litúrgicas de una catedral.

Organización de las rogativas en niveles de gravedad

Un elemento determinante en la utilización y potencialidad de las rogativas como herramienta de análisis paleoclimático es el hecho de que, además de estar registradas en documentos fiables y bien datados, las situaciones de anomalía climática prolongada podían ser incluso caracterizadas en su intensidad según el formato o tipo de ceremonia que llegaba a realizarse. En el caso de las sequías, el despliegue de rogativas que llega a producirse contempla hasta cinco niveles, perfectamente identificables y, además, con un esquema apenas invariable entre los diferentes puntos o localidades estudiadas (Martín Vide y Barriendos, 1995):

Nivel I: Nivel simplemente preventivo. Era un acto dentro de las iglesias, consistente en simples rezos u oraciones al terminar las misas.

Nivel II: Nivel medio. Era un acto también dentro de las iglesias, consistente en la exposición de reliquias o imágenes en un lugar prominente, como altares o mediante un recorrido por la iglesia o un claustro.

Nivel III: Nivel severo. Era ya un acto público fuera de la iglesia aunque dentro de la población. Consistía en procesiones públicas por las principales calles de la población, con reliquias e imágenes de santos. Podía realizarse una sola procesión o una tanda preestablecida de varias de ellas a diferentes iglesias y conventos.

Nivel IV: Nivel grave. Era un acto público aún dentro de la población. Consistía en inmersiones en agua de reliquias o imágenes de advocaciones de especial veneración. Las inmersiones se prohibieron en 1619 por el deterioro que provocaban en las reliquias

y fue sustituido por actos de similar solemnidad, como misas generales de difuntos o exposiciones del Santísimo Sacramento.

Nivel V: Nivel crítico. Consistía en peregrinaciones que se realizaban fuera de la población. Se enviaban peregrinos a santuarios de especial veneración. En estos santuarios, solían agruparse para las rogativas peregrinos de aquellas procedencias en las que el problema ambiental estuviera incidiendo negativamente. En los correspondientes registros documentales de entrada de peregrinos, en consecuencia, además de la duración e intensidad de un episodio climático anómalo se podría caracterizar su incidencia geográfica.

Valoración del uso paleoclimático de las ceremonias de rogativas

Toda información climática indirecta o *proxy-data* debe ser tratada con cierta prudencia, antes de convertirla en un mero dato climático dentro de una serie temporal. Por este motivo, el empleo de ceremonias de rogativas planteó en su momento la necesidad de valorar su grado real de utilidad (Barriendos, 1994; Martín Vide y Barriendos, 1995).

Un primer factor negativo a valorar era que las rogativas estuvieran impulsadas por el pánico colectivo ante una situación grave o crítica que pudiera afectar, por ejemplo, a las cosechas, y producir rápidamente una crisis de subsistencia. Esta suposición queda atajada al observar en los documentos el estricto control institucional ejercido en la determinación y realización de las rogativas. Por otra parte, algún tipo de desorden o mal uso de ciertos actos litúrgicos podría haber provocado el inicio de investigaciones de la Inquisición con cargos muy graves.

La credibilidad de las rogativas se reafirma si se considera además un equilibrio institucional en su realización: mientras a la Iglesia le podía interesar su sobredimensionamiento o uso excesivo por propio lucimiento o prestigio social, a los gobiernos municipales no les interesaba en absoluto este abuso pues los costes económicos de todas y cada una de las rogativas que determinaban tenían que ser abonados a la Iglesia, de lo cual queda constancia en los libros de contabilidad municipales.

Finalmente, la credibilidad de los registros documentales en los que se describen las rogativas es absoluta. La cercanía y contemporaneidad de los protagonistas institucionales de cada rogativa a los hechos climáticos es evidente. Por otra parte, tanto en las actas municipales como capitulares, intervenían y daban fe de la veracidad de lo registrado notarios públicos o personas de rango institucional similar.

Un aspecto poco despreciable, es la facilidad con que los registros documentales que contienen las rogativas estén en buen estado de conservación. El hecho de estar dentro de los libros de actas de instituciones como ayuntamientos o cabildos catedráticos presupone que éstas prestan los mayores esfuerzos dentro de sus posibilidades y recursos para la óptima conservación y acceso los fondos, que en definitiva vertebran y dan contenido a la historia de cada población a lo largo de los últimos cuatro o cinco siglos.

LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN. EL CASO APLICADO DE CATALUÑA

Síntesis de la documentación consultada y datos disponibles

Una primera investigación, ya culminada, tuvo por objetivo centrar el esfuerzo recopilador y el posterior análisis de los datos obtenidos en una región de unas dimensiones que posibilitaran el esfuerzo material en un tiempo razonable pero que permitiera el desarrollo de interpretaciones climáticas de cierto interés. La selección recayó en Cataluña (nordeste de España), un territorio de unos 32000 kilómetros cuadrados. En este territorio se llegaron a recopilar documentos de diferentes poblaciones, básicamente archivos municipales, comarcales y de capítulos catedralicios.

Después de esta labor se pudieron establecer hasta ocho series climáticas completas (todo tipo de información, sequía, inundaciones, lluvias persistentes, grandes nevadas y temporales de mar) más cuatro series de inundaciones. Su distribución geográfica fue óptima, con unos 100 km de distancia entre los puntos de observación para las series completas, aunque habría sido deseable disponer de un mayor número de puntos hacia el norte (sector montañoso de los Pirineos) y el Oeste (sector interior de comportamiento continental). A continuación se presentan las poblaciones con series disponibles y el periodo temporal abarcado:

(Población, periodo con datos continuos disponibles, localización)

Girona, 1438-1881, pre-litoral septentrional
Mataró, 1734-1876, litoral central
Barcelona, 1521-1850, litoral central
Reus/Tarragona, 1493-1874, litoral meridional
Tortosa, 1565-1858, pre-litoral meridional
Seu d'Urgell, 1539-1843, pirenaica
Vic, 1568-1906, depresión central
Cervera, 1484-1850, depresión central

Desde estas series, más los datos sobre inundaciones en otros cuatro puntos y dos obras recopilatorias, se ha llegado a disponer de 12 series de inundaciones:

(Río o riera, población, periodo con datos continuos disponibles)

Ter/Onyar, Girona, 1322-1971
Capaspre, Calella, 1672-1991
Sobirans, Arenys de Mar, 1666-1991
Círrera, Mataró, 1740-1991 (Sanz, 1983)
Besós, Montcada, 1402-1971
Rieras litorales, Barcelona, 1389-1850
Llobregat, El Prat, 1315-1971 (Codina, 1971)
Francolí, Tarragona, 1595-1930
Ebro, Tortosa, 1355-1982
Segre, Seu d'Urgell, 1453-1843
Segre, Balaguer, 1617-1874
Segre, Lleida, 1329-1787

Otra investigación también concluida (Barriendos y Pomés, 1993) desarrolló una recopilación de detalle de inundaciones en pequeños cursos fluviales intermitentes (uadis, "rieras" en expresión local) dentro de la comarca del Maresme (costa central catalana) con el siguiente resultado:

(Riera, población, periodo con datos continuos disponibles)

Pineda, Pineda, 1861-1991
Capaspre, Calella, 1672-1991
Vallalta, Sant Pol, 1868-1982
Buscarons/Gabarra, Canet, 1834-1991
Sobirans, Arenys de Mar, 1666-1991
Círrera, Mataró, 1740-1991
Argentona, Argentona, 1891-1982
Cabrls, Vilassar, 1885-1991
Premiá, Premiá, 1879-1991
Alella/Teiá, El Masnou, 1886-1991

En investigaciones posteriores se han realizado recopilaciones muy puntuales en otras poblaciones españolas, procurando una mínima distribución regular, con una distancia entre ellas de aproximadamente 500 km:

(Población, región, localización, periodo con datos continuos disponibles)

Santiago de Compostela, Galicia, Noroeste de España, 1750-1900
Sevilla, Andalucía, Sudoeste de España, 1529-1900
Murcia, Murcia, Sureste de España, 1570-1900
Toledo, Castilla, centro de España, 1506-1900

El esfuerzo material para llegar a disponer de este fondo de datos es la parte menos agradecida de la investigación en climatología histórica. La necesidad de disponer entre 2 y 4 meses para obtener una serie de datos completa para un solo punto de observación.

Sólo para las 8 series completas más 4 de inundaciones en Cataluña, el trabajo se desarrolló entre 1990 y 1993 en 26 archivos. La recopilación de información se centró en 112 series documentales, todas ellas actas municipales, capitulares o dietarios de origen particular. Los datos finales fueron la consulta directa de 2.130 volúmenes de documentación manuscrita, lo que representa la lectura de más de 2.000.000 de páginas.

El comportamiento de los excesos hídricos: las inundaciones

Las inundaciones son uno de los elementos más temidos cuando se producen episodios de precipitaciones intensas. Las inundaciones pueden tener diferentes grados de intensidad. Determinadas variaciones climáticas pueden observarse al analizar exclusivamente las inundaciones catastróficas, las más graves porque comportan la destrucción de algún tipo de infraestructura, como puentes, molinos hidráulicos, acequias, edificios o superficies de cultivo (Barriendos y Martín Vide, 1998).

Siguiendo la frecuencia de este tipo de episodios en las series disponibles para Cataluña, se aprecia una distribución relativamente regular. Cada punto de observación tiene unos valores de recurrencia y una frecuencia media específicos. Sin embargo, en determinados momentos la frecuencia de aparición de las inundaciones parece registrar súbitos incrementos, coincidentes además en las diferentes series. Estos comportamientos, considerados como oscilaciones climáticas, llegan a superar un valor doble al de la frecuencia media y posteriormente se produce un retorno a las condiciones previas de normalidad. Todo ello se produce en un periodo de unos 40 años de duración.

En líneas generales, se producen tres oscilaciones muy evidentes, no sólo en Cataluña sino también en el resto de series de inundaciones obtenidas en España:

- 1580-1620
- 1760-1800
- 1840-1880

Pero las inundaciones presentan también la posibilidad de desarrollar estudios detalle en su calidad de riesgos climáticos llegando en los mejores casos a la reconstrucción de los fenómenos meteorológicos propiciadores. En este sentido, ha sido posible identificar y caracterizar episodios realmente extraordinarios, ya que se dispone de más de 500 años de datos en base empírica. Así, es posible conocer las magnitudes de episodios de precipitación intensa como los de noviembre de 1617. En este episodio, se produjeron inundaciones con daños entre Valencia y Perpignan (unos 600 km de distancia) y hasta Zaragoza por el interior. El área en que se produjeron daños catastróficos corresponde aproximadamente al antiguo reino de la Corona de Aragón, con unos 100.000 kilómetros cuadrados afectados.

Otro tipo de información obtenible corresponde a las inundaciones de máxima intensidad registrados en las diferentes cuencas hidrográficas estudiadas. Serían ejemplos típicos de esta información el episodio de octubre de 1787 en Tortosa, en la desembocadura del Ebro. O la inundación de septiembre de 1678 en Girona, producida por los ríos Ter y Onyar.

El comportamiento de los déficits hídricos: las sequías

El registro de las rogativas *pro pluvia* ofrece comportamientos específicos muy peculiares para cada punto de observación. Sin duda, la existencia de un relieve complejo y montañoso en Cataluña no facilita en absoluto la existencia de unos patrones de precipitación ni tan solo similares.

Sin embargo, por encima de la escala local, el comportamiento de la sequía manifiesta episodios de cierta gravedad que tienen un reflejo simultáneo en las diferentes series. Su comportamiento es oscilante, parecido al de las inundaciones, con la siguiente distribución temporal:

- Mediados del siglo XVI
- Mediados del siglo XVII
- Finales del siglo XVIII

- Principios del siglo XIX
- Finales del siglo XIX

Al igual que en el caso de las inundaciones, las sequías también presentan episodios especialmente graves. En el caso de Cataluña su distribución es aproximadamente regular, con una recurrencia de 80-120 años y una duración de 2 a 4 años en su parte más intensa:

- 1565-1567
- 1625-1630
- 1750-1753
- 1812-1818

Pero la sequía también tiene comportamientos contrarios. Es decir, momentos en los que su frecuencia desciende y se convierte en un fenómeno raro y poco frecuente. Ello ocurre en dos ocasiones, entre los siglos XVI y XVII y a mediados del siglo XIX.

Síntesis de los resultados

Una cronología de la dinámica climática observada muestra comportamientos diferenciados, todos ellos de una duración aproximada de 40 años. Por supuesto, por debajo de estas manifestaciones climáticas, cada punto de observación muestra también la aparición de fenómenos meteorológicos propios. Los comportamientos que se pueden considerar generales o por lo menos que aparecen regularmente en la mayoría de los puntos analizados, configuran el siguiente cuadro de períodos y características:

- 1430-1460

Incremento de las inundaciones y otros hidrometeoros catastróficos. Su intensidad no es excesiva. Podría tratarse de una de las primeras manifestaciones de la fase más intensa y evidente de la miniglaciación (1550-1850). También podría considerarse como una de las últimas manifestaciones del deterioro progresivo que experimentó el pequeño óptimo medieval, iniciado ya durante el siglo XIV pero no percibido por ausencia de datos en Cataluña (Pfister *et al.*, 1996)

- 1530-1570

Se produce una oscilación de incremento de las rogativas *pro pluvia*; es decir, un incremento de las sequías. Los episodios de sequía dentro de esta oscilación no son muy intensos o prolongados, pero hay constancia de su notable presencia. Destaca entre ellos por su duración y dureza el de 1565-1567.

- 1575-1610

Quizás la oscilación climática más clara que se registra en los últimos 500 años. Se denomina Oscilación Inicial (Barriendos, 1994) por ser la primera manifestación

evidente de la miniglaciación en Cataluña. Se caracteriza por un fuerte incremento de las inundaciones y un fuerte descenso en la frecuencia de las sequías. La oscilación estuvo acompañada por frecuentes e intensos episodios de frío y grandes nevadas.

- 1620-1640

Oscilación caracterizada por sequías frecuentes y prolongadas. Coincide con los difíciles momentos de la Guerra de los Treinta Años. Las sequías se presentaron de forma tan anómalamente frecuente que algunas ciudades tuvieron que ampliar sus rogativas *pro pluvia* creando niveles o ceremonias de rogativas completamente nuevos.

- 1660-1700

La bibliografía especializada ya refiere este episodio como el último Mínimo Maunder ("Late Maunder Minimum", LMM), un comportamiento climático general por lo menos en Europa y caracterizado por intensos y frecuentes fríos, con nevadas intensas y una importante alteración en las producciones agrarias (Frenzel, 1994). En el ámbito mediterráneo las repercusiones fueron casi positivas: ciertamente hay un incremento de las olas de frío y las grandes nevadas, pero el régimen de precipitaciones se vuelve más regular, con un descenso de las inundaciones y de las sequías. Aparentemente en el Mediterráneo se implantan durante 4 décadas las características más propias del clima templado de latitudes superiores (Barriendos, 1997).

- 1760-1800

Durante este periodo se produce una oscilación climática muy peculiar, con su centro o momento de máxima intensidad entre 1775 y 1795. La principal característica de esta oscilación es el incremento simultáneo de las sequías, las inundaciones, las grandes nevadas, los temporales de mar. Todos los fenómenos extremos se producen con una frecuencia inusitada y, además, en una sucesión muy rápida entre ellos. En definitiva, la situación aparenta ser la típica del clima mediterráneo pero con un ritmo de sucesión de los eventos acelerada. Las primeras investigaciones parecen mostrar un predominio evidente de las circulaciones atmosféricas meridianas, frente a las zonales que apenas pueden mantener su habitual predominio (Kington, 1988).

- 1820-1860

La oscilación que comprende estos años es de características idénticas a la desarrollada entre los siglos XVI y XVII. Se le denomina Oscilación Final porque a finales del siglo XIX se da ya por concluida la miniglaciación. Los mismos incrementos en inundaciones o grandes nevadas alcanzan los valores de la Oscilación Inicial, así como el descenso de las sequías. Los episodios de frío intenso parecen concentrarse en la década 1831-1840, mientras que la década 1838-1848 registra valores pluviométricos realmente excepcionales.

-1880-1910

Se percibe en estos años un incremento de las sequías, lógico después de la Oscilación Final. Una sequía muy prolongada aproximadamente entre los años 1870 y 1890, registrada incluso instrumentalmente, provoca serios problemas en la agricultura catalana y un periodo socialmente delicado.

CONSIDERACIONES FINALES

La climatología histórica es una especialidad relativamente reciente pese a trabajar con documentos históricos de varios siglos de antigüedad. Por este motivo, buena parte de las investigaciones desarrolladas ofrecen aún un nivel de resultados modesto. Las posibilidades de la investigación son mucho más amplias que los conocimientos o las realidades ya asumidas: sectores geográficos aún no investigados, fondos documentales de posible interés aún desconocidos, métodos de análisis estadístico pendientes de aplicar, etc.

Se hace evidente, pues, la imposibilidad de establecer unas consideraciones finales de carácter concluyente. Este apartado sólo pretende delimitar una serie de ideas que puedan servir de estímulo para el desarrollo de esta especialidad en los sectores geográficos que por su contexto o bagaje histórico sea posible.

Los trabajos realizados permiten sólo ver la potencialidad de la especialidad y algún resultado modesto para la dinámica climática o la reconstrucción de episodios meteorológicos extremos.

Los fondos documentales aún no explorados en los que se supone la existencia de información meteorológica y climática potencialmente útil abren todavía grandes posibilidades para el desarrollo de investigaciones dentro de la especialidad. En esta circunstancia tiene gran interés la evidencia de que numerosos países han generado un patrimonio documental bajo criterios o patrones administrativos e institucionales muy parecidos entre si, al haber estado bajo dominio de la Monarquía Hispánica. Desde Italia a Filipinas, pasando por la práctica totalidad de países americanos, puede existir algún fondo documental generado con unas pautas que permitan, por ejemplo, la localización de ceremonias de rogativas por motivaciones ambientales.

Por supuesto, el hecho de la presencia histórica de la Monarquía Hispánica sólo es un elemento facilitador. Cualquier patrimonio histórico documental, prescindiendo de los avatares de su historia, puede contener documentos con información climática de gran utilidad e interés para la comunidad científica.

Otra consideración hace referencia a la colaboración internacional. Los ámbitos geográficos tan amplios que cubre cualquier especialidad climática hacen que esta colaboración entre grupos de investigación de diferentes países vaya más allá de los buenos deseos llegando a ser una necesidad.

Los medios informáticos y el espíritu existente en Europa están facilitando este nivel de integración. La creación de bases de datos para su conservación y su explotación a diferentes escalas espacio-temporales es el fruto alcanzable. En este sentido, se dispone

del ejemplo del Dr. Christian Pfister, coordinador de la base de datos EURO-CLIMHIST en el Departamento de Historia Ambiental y Regional de la Universidad de Berna (Suiza). Es un ejemplo que debe servir de estímulo para que en otros contextos culturales y a través de otros documentos y testimonios conservados, se pueda desarrollar una labor paralela. Los países que comprenden los antiguos reinos de la Monarquía Hispánica tienen un potencial de desarrollo de la climatología histórica innegable. Por otra parte, la presencia recurrente de graves riesgos climáticos en este ámbito geográfico justifica este tipo de investigaciones. Sólo queda, pues, que las voluntades de aquellos científicos, profesionales y docentes se aúnen en un empeño recopilador y de análisis paleoclimático como el llevado a cabo en el ámbito cultural germánico. Las posibilidades que ofrece la informática para el análisis, almacenamiento y transmisión de datos no hacen más que facilitar la puesta en marcha de cualquier iniciativa en este sentido.

Sólo con estos medios y actitudes será posible en un futuro próximo llegar a comprender mínimamente los procesos naturales implicados en la dinámica climática a diferentes escalas espacio-temporales.

BIBLIOGRAFÍA

ALBENTOSA, L. M. La importancia del conocimiento de las fluctuaciones climáticas en los estudios históricos. Aproximación al clima de Tarragona durante el siglo XVIII. *Universitas Tarraconensis*, 1981-1982, 4, p. 73-90.

ALEXANDRE, P. Les variations climatiques au Moyen Age (Belgique, Rhénanie, Nord de la France). *Annales E. S. C.*, 1977, 32, p. 183-197.

ALEXANDRE, P. *Le climat en Europe au moyen âge*. París: Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 1987.

ÁLVAREZ VÁZQUEZ, J. A. Drought and rainy periods in the province of Zamora in the 17th, 18th, and 19th centuries. In LÓPEZ VERA (Dir.): *Quaternary climate in western Mediterranean*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 1986, p. 221-233.

ARCHIVO DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA DE MADRID (ARANMM), Sección Manuscritos, legajo 23-4-15, "Fenómenos meteorológicos en la Península Ibérica desde el siglo IV hasta el XIX", Manuel Rico Sinobas, c.1850.

BARRIENDOS, M. *Climatología histórica de Catalunya. Aproximación a sus características generales (ss. XV-XIX)*. Barcelona: Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Universidad de Barcelona, 1994, Tesis doctoral inédita.

BARRIENDOS, M. El clima histórico de Catalunya (siglos XIV-XIX). Fuentes, métodos y primeros resultados. *Revista de Geografía*, 1996-1997, 30-31, p. 69-96.

BARRIENDOS, M. Climatic variations in the Iberian Peninsula during the late Maunder Minimum (AD 1675-1715): an analysis of data from rogation ceremonies. *The Holocene*, 1997, 7, 1, p. 105-111.

BARRIENDOS, M. Recerques sobre l'evolució del clima a Catalunya durant els darrers set segles. In VILÀ VALENTÍ, J. (Coord.): *Medicina, medi ambient i clima. Investigacions punta per al 2000*. Barcelona: Fundació Catalana per a la Recerca, 1999, p. 153-216.

BARRIENDOS, M. y POMÉS, J. *L'aigua a Mataró. Inundacions i recursos hídrics (Segles XVIII-XX)*. Mataró: Caixa d'Estalvis Laietana, 1993.

BARRIENDOS, M.; GÓMEZ, B. y PEÑA, J. C. Series meteorológicas instrumentales antiguas de Madrid y Barcelona (1780-1860). Características documentales y de observación. In MARTÍN VIDE, J. (Ed.), *Avances en climatología histórica en España*. Barcelona, Oikos-Tau, 1997, p. 47-62.

BARRIENDOS, M. y MARTÍN VIDE, J. Secular Climatic Oscillations as Indicated by Catastrophic Floods in the Spanish Mediterranean Coastal Area (14th-19th Centuries). *Climatic Change*, 1998, 38, p. 473-491.

BELL, W. y OGILVIE, A. E. J. Weather compilations as a source of data for the reconstruction of climate during the Medieval Period. *Climatic Change*, 1978, 1, p. 331-348.

BENTABOL, H. *Las aguas de España y Portugal*. Madrid: 2ª ed., Vda. e Hijos de M. Tello, 1900.

BRADLEY, R. J. y JONES, P. D. (Eds.). *Climate Since A.D. 1500*. Londres: Routledge, 1992.

BRÁZDIL, R. y KOTYZA, O. *History of Weather and Climate in the Czech Lands I. Period 1000-1500*. Zurich: Geographisches Institut, 1995.

BRÁZDIL, R. y KOTYZA, O. *History of Weather and Climate in the Czech Lands II. The earliest daily observations of the weather in the Czech Lands*. Brno: Masaryk University, 1996.

BRÁZDIL, R. y KOTYZA, O. *History of Weather and Climate in the Czech Lands III. Daily Weather Records in the Czech Lands in the Sixteenth Century II*. Brno: Masaryk University, 1999.

BUJ, A. *El estado y el control de plagas agrícolas: la lucha contra la langosta en la España contemporánea*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1996.

CAPEL, H. El comercio de la nieve y los pozos de Sierra Espuña (Murcia). *Estudios de Geografía de Murcia*, 1982, 37, p. 23-81.

CODINA VILA, J. *Inundacions al Delta del Llobregat*. Barcelona: R. Dalmau, 1971.

FIERRO, A. *Histoire de la météorologie*. París: Denoel, 1991.

- FONT TULLOT, I. *Historia del clima de España*. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología, 1988.
- FONTANA TARRATS, J. M. *Entre el cardo y la rosa. Historia del clima en las Mesetas*, mecanoscrito inédito, 1971-1977.
- FONTANA TARRATS, J. M. *Historia del clima en Cataluña. Noticias antiguas, medievales y en especial de los siglos XV, XVI y XVII*, mecanoscrito inédito, 1976.
- FONTANA TARRATS, J. M. *Quince siglos de clima andaluz*, mecanoscrito inédito, 1976.
- FONTANA TARRATS, J. M. *Historia del clima del Finis-Terrae gallego*, mecanoscrito inédito, 1977.
- FONTANA TARRATS, J. M. *Historia del clima en el litoral mediterráneo: Reino de Valencia más Provincia de Murcia*, mecanoscrito inédito, 1978.
- FONTANA TARRATS, J. M. *et al. El clima de Baleares, hoy y ayer: 1450-1700*, mecanoscrito inédito, 1974-1975.
- FRENZEL, B. (Ed.). *Climatic trends and anomalies in Europe, 1675-1715*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1994.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. y GIMÉNEZ DE LA CUADRA, J. M. *Notas para la Historia de la Meteorología en España*. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología, 1985.
- GARZA, G. y BARRIENDOS, M. El clima en la historia. *Ciencias*, 1998, 51, p. 22-25.
- GIRALT, E. En torno al precio del trigo en Barcelona durante el siglo XVI. *Hispania*, 1958, 18, p. 38-61.
- GLASER, R. y WALSH, R. (Eds.). *Historical Climatology in Different Climatic Zones*. Würzburg: Universität Würzburg, Würzburger Geographische Arbeiten, 80, 1991.
- GROVE, J. *The Little Ice Age*. Londres: Routledge, 1988.
- KINGTON, J. *The weather of the 1780s over Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- LAMB, H. H. *Climate: Past, Present and Future (I). Fundamentals and Climate Now*. Londres: Methuen, 1972.
- LAMB, H. H. *Climate: Past, Present and Future (II). Climate History and the Future*. Londres: Methuen, 1977.
- LAMB, H. H. *Climate, history and the modern world*. Londres: Methuen, 1982.
- LAMB, H. H. *Weather, climate and human affairs*. Londres: Routledge, 1988.

- LE ROY LADURIE, E. *Histoire du climat depuis l'an mil*. París: Flammarion, 1967.
- MARTÍN VIDE, J. y BARRIENDOS, M. The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain). *Climatic Change*, 1995, 30, p. 201-221.
- OLAGÜE, I. *La decadencia española*. Madrid: Mayfe, 1950-1951, 4 vols.
- PFISTER, C. *Klimageschichte der Schweiz, 1525-1860. Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft*. Bern: Paul Haupt, 1988.
- PFISTER, C. Fluctuaciones climáticas y cambio histórico: el clima en Europa Central desde el siglo XVI y su significado para el desarrollo de la población y la agricultura. *Geocrítica*, 1989, 82, p. 5-43.
- PFISTER, C. *Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen*. Bern: Paul Haupt, 1999.
- PFISTER, C.; SCHWARZ-ZANETTI, G. y WEGMANN, M. Winter severity in Europe: The Fourteenth Century. *Climatic Change*, 1996, 34, p. 91-108.
- PRIETO, M. R. Determinación de posibles cambios climáticos mediante la comparación del régimen de precipitaciones de los siglos XVIII, XIX y XX en Mendoza, *Geoacta*, 1985, 13, 1, p. 107-118.
- PRIETO, M. R. Reconstrucción del clima de América del Sur mediante fuentes históricas. Estado de la cuestión, *Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael (Mendoza)*, 1994, 12, 4, p. 323-342.
- PRIETO, M. R. y RICHARD, R. A. Las anomalías climáticas en la cuenca del Plata y el NOA y sus consecuencias socioeconómicas. Siglos XVI-XVII y XVIII, *Leguas*, 1991, 1, p. 41-103.
- PRIETO, M. R. y HERRERA, R. Las perturbaciones climáticas de fines del siglo XVIII en el área andina, en VVAA: *El Noroeste argentino como región histórica. Integración y desintegración regional. Estudio del país interior*. Sevilla: Junta de Andalucía, 1992, p. 7-36.
- RODRIGO, F. S. *Cambio climático natural. La Pequeña Edad del Hielo en Andalucía. Reconstrucción del clima histórico a partir de fuentes documentales*. Granada: Departamento de Física Aplicada, Universidad de Granada, Tesis inédita, 1994.
- RODRIGO, F. S.; ESTEBAN-PARRA, M. J. y CASTRO DÍEZ, Y. An attempt to reconstruct the rainfall regime of Andalusia (southern Spain) from 1601 A.D. to 1650 A.D. using historical documents. *Climatic Change*, 1994, 27, p. 397-418.
- RODRIGO, F. S.; ESTEBAN-PARRA, M. J. y CASTRO-DÍEZ, Y. The onset of the Little Ice Age in Andalusia (Southern Spain): detection and characterisation from documentary sources. *Annales Geophysicae*, 1995, 13, p. 330-338.

SANZ, M. *El Ripoll i les seves avingudes*. Sabadell: Col.legi Oficial de Llicenciats i Doctors de Catalunya i Balears, 1983.

VIÑAS RIERA, J. El clima de Barcelona, Actas de las VII Jornadas de la Asociación de Meteorólogos Españoles, Tarragona, 1975, p. 245-256.

VIÑAS RIERA, J. El clima de Barcelona en los primeros años del siglo XVIII, Actas de la IIª Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica, Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica, 1976, vol. 2, p. 849-861.

ANEXO I. EL GRUPO DE CLIMATOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

La climatología es una materia tratada en la Universidad de Barcelona desde hace más de dos décadas a nivel docente y de investigación. El paulatino desarrollo de las investigaciones y el creciente interés de la comunidad universitaria en los múltiples aspectos que contempla esta disciplina han permitido la consolidación de una serie de actividades, líneas de investigación y oferta docente cuyos aspectos más generales pasamos a describir a continuación.

Actualmente, este colectivo goza de la consideración de "Grup de Recerca Consolidat" (Grupo de Investigación Consolidado) de la Generalitat de Catalunya (SGR97 00416) y realiza proyectos relacionados con la investigación climática en ámbitos institucionales regional, estatal y europeo.

Relación de miembros y equipos

El personal se distribuye entre profesores, investigadores contratados y becarios, con la siguiente relación de miembros:

Profesores (6): Dra. Montserrat Jardí, Dra. M^a Carmen Llasat, Dr. Javier Martín Vide, Dr. Juan Pedro Martín Vide, Dra. M^a Carmen Moreno, Dr. José Miguel Raso.
Investigadores contratados (3): Dr. Mariano Barriendos, Juan Carlos Peña, Dr. Roberto Rodríguez.

Becarios (6): Esther Barbarà, Miquel Bohigas, Pere Esteban, David Montserrat, Jesús Pernas, Marc Prohom.

Los medios con que cuenta el Grupo de Climatología son los habituales en este tipo de unidades. Diferentes equipos informáticos se emplean en las actividades docentes y de investigación, a la vez que dos de ellos sirven para el almacenamiento de todos los registros instrumentales e históricos a diferentes resoluciones temporales y de diferente procedencia de que dispone el Grupo. Los ordenadores están además conectados a diferentes equipos externos, como son, una estación meteorológica automática instalada en la azotea del mismo edificio, un receptor de imágenes NOAA y dos receptores de imágenes Meteosat. Se dispone también de un radioreceptor de mapas facsímiles y diversos instrumentos de medición portátiles, entre los que destacan ocho termohigrómetros digitales de baja inercia.

El material bibliográfico está compuesto, entre otras, por colecciones de publicaciones periódicas que contienen relaciones de datos y cartografía sinóptica. En este sentido, por su interés para el desarrollo de diferentes investigaciones, merecen ser destacadas las colecciones del *Boletín Meteorológico Diario* del Instituto Nacional de Meteorología (INM) (1980-1999), el *Boletín Mensual Climatológico* (INM) (1951-1974) o el *Boletín de la Sección Meteorológica y Sísmica del Observatorio Fabra* (1927-1999).

Líneas de investigación

El Grupo de Climatología afronta diferentes líneas de investigación, lo que implica el desarrollo de especialidades específicas. En términos generales, el Grupo trabaja en estudios sobre precipitación, variabilidad y cambio climático, clima urbano, climatología histórica, riesgos climáticos y clima y salud.

También se están desarrollando tres tesis doctorales con temáticas climáticas diversas: situaciones sinópticas favorecedoras de grandes incendios forestales, factores climáticos en la producción vitivinícola, e impacto de las erupciones volcánicas en el clima.

Las actividades investigadoras recientes del Grupo de Climatología se centran en la participación en diferentes proyectos de investigación financiados por instituciones autonómicas (CIRIT, Comissió Interdepartamental per a la Recerca i Tecnologia), estatales (CICYT, Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología) y europeas (European Commission, DGXII).

Además de impartir un buen número de asignaturas en todos los ciclos del plan de estudios de Geografía en la Universidad de Barcelona, el Grupo coordina e imparte un Master en Climatología Aplicada. El personal del Grupo tiene también una intensa actividad de difusión de la climatología a través de la actuación en conferencias, cursos, congresos y exposiciones.

Publicaciones relevantes

Libros

BARRIENDOS, M. y POMÉS, J. *L'aigua a Mataró. Inundacions i recursos hídrics (Segles XVIII-XX)*. Mataró: Caixa d'Estalvis Laietana, 1993.

CLAVERO, P. y RASO, J. M. *Los climas. Fundamentos y sugerencias didácticas*. Salamanca: Anaya, 1987.

CLAVERO, P.; MARTÍN VIDE, J. y RASO, J. M. *Atles climàtic de Catalunya*. Barcelona, Generalitat de Catalunya, 1996.

GRIMALT, M.; MARTÍN VIDE, J. y MAURI, F. *Els núvols. Guia de camp de l'atmosfera i previsió del temps*. Tarragona: El Mèdol, 1995.

LLASAT, M. C. *Gota fría*. Barcelona, Editorial Boixareu Universitaria, 1991.

MARTÍN VIDE, J. *Plugues i inundacions a la Mediterrània*. Barcelona: Ketrés, 1985.

MARTÍN VIDE, J. *Mapas del tiempo: fundamentos, interpretación e imágenes de satélite*. Barcelona: Oikos-Tau, 2ª ed., 1991.

MARTÍN VIDE, J. *Fundamentos de Climatología analítica*. Madrid: Síntesis, 1991.

MARTÍN VIDE, J. (Ed.). *Avances en climatología histórica en España*. Barcelona: Oikos-Tau, 1997.

MARTÍN VIDE, J. y OLCINA, J. *Tiempos y climas mundiales*. Barcelona: Oikos-Tau, 1996.

MORENO GARCÍA, M. C. *Estudio del clima urbano de Barcelona: la "isla de calor"*. Barcelona: Solgraf, 1993.

OLCINA, J. y MARTÍN VIDE, J. *La influencia del clima en la historia*. Madrid: Arco/Libros, 1999.

RASO, J. M.; MARTÍN VIDE, J. y CLAVERO, P. *Estadística básica para ciencias sociales*. Barcelona: Ariel, 1987.

Artículos (sólo publicaciones de ámbito estatal o internacional)

BARRIENDOS, M. La producción bibliográfica en climatología histórica. *Revista de Geografía*, 1995, 29, 1, p. 103-110.

BARRIENDOS, M. El clima histórico de Catalunya (siglos XIV-XIX). Fuentes, métodos y primeros resultados. *Revista de Geografía*, 1996-1997, 30-31, p. 69-96.

BARRIENDOS, M. Climatic variations in the Iberian Peninsula during the late Maunder Minimum (AD 1675-1715): an analysis of data from rogation ceremonies. *The Holocene*, 1997, 7, 1, p. 105-111.

BARRIENDOS, M. y MARTÍN VIDE, J. Secular Climatic Oscillations as Indicated by Catastrophic Floods in the Spanish Mediterranean Coastal Area (14th-19th Centuries). *Climatic Change*, 1998, 38, p. 473-491.

BARRIENDOS, M.; PEÑA, J. C. y MARTÍN VIDE, J. La calibración instrumental de registros climáticos documentales. Aproximación metodológica a resolución anual para el caso de la precipitación en Barcelona (1521-1989). *Investigaciones Geográficas*, 1998, 20, p. 99-117.

BRÁZDIL, R.; GLASER, R.; PFISTER, C.; ANTOINE, J. M.; BARRIENDOS, M.; CAMUFFO, D.; DEUTSCH, M.; ENZI, S.; GUIDOBONI, E.; RODRIGO, F. S. Flood events of selected rivers of Europe in the Sixteenth Century, *Climatic Change*, 1999, 43, p. 239-285.

CONESA, C. y MARTÍN VIDE, J. Analyse par la chaîne de Markov de la sécheresse dans le sud-est de l'Espagne. *Sécheresse*, 1993, 2, 4, p. 123-129.

GARZA, G. y BARRIENDOS, M. El clima en la historia. *Ciencias*, 1998, 51, p. 22-25.

GLASER, R.; BRÁZDIL, R.; PFISTER, C.; BARRIENDOS, M.; CAMUFFO, D.; DEUTSCH, M.; DOBROVOLNY, P.; ENZI, S.; GUIDOBONI, E.; KOTYZA, O.; MILITZER, S.; RACZ, L.; RODRIGO, F. S. Seasonal Temperature and Precipitation fluctuations in Selected parts of Europe, *Climatic Change*, 43.

JONES, P. D., DAVIES, T. D., LISTER, D. H., SLONOSKY, V., JÓNSSON, T., BÄRRING, L., JÓNSSON P., MAHERAS, P., KOLYVA-MACHERA, F., BARRIENDOS, M., MARTÍN VIDE, J., RODRÍGUEZ, R., ALCOFORADO, M. J., WANNER, H., PFISTER, C., LUTERBACHER, J., RICKLI, R., SCHÜPBACH, E., KAAS, E., SCHMITH, T., JACOBET, J. y BECK, C. Monthly Mean Pressure Reconstructions for Europe for the period 1780-1995. *International Journal of Climatology*, 1999, 19, p. 347-364.

LLASAT, M. C. Una clasificación de los episodios pluviométricos para su utilización en hidrología. Aplicación a la serie de intensidad de lluvia en Barcelona. *Ingeniería Civil*, 1999, 112, p. 35-44.

MARTÍN VIDE, J. Geographical factors in the Pluviometry of Mediterranean Spain: Drought and Torrential Rainfall. In *U.S.-Spain Workshop on Natural Hazards*. Iowa: University of Iowa, Iowa Institute of Hydraulic Research, 1994, p. 9-25.

MARTÍN VIDE, J. y BARRIENDOS, M. The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain). *Climatic Change*, 1995, 30, p. 201-221.

MARTÍN VIDE, J. y ESTRADA, J. Una nueva propuesta metodológica de regímenes pluviométricos estacionales para la Península Ibérica. *Nimbus*, 1994, 1-2, p. 85-92.

MARTÍN VIDE, J. y GÓMEZ, L. Regionalization of Peninsular Spain based on the length of dry spells. *International Journal of Climatology*, 1999, 19, p. 537-555.

MONTSERRAT, D. Situaciones sinópticas relacionadas con el inicio de grandes incendios forestales en Cataluña. *Nimbus*, 1998, 1-2, p. 93-112.

PFISTER, C.; BRÁZDIL, R.; GLASER, R.; BARRIENDOS, M.; CAMUFFO, D.; DEUTSCH, M.; DOBROVOLNY, P.; ENZI, S.; GUIDOBONI, E.; KOTYZA, O.; MILITZER, S.; RACZ, L.; RODRIGO, F. S. Documentary evidence on Climate in Sixteenth Century Europe. *Climatic Change*, 1999, 43, p. 55-110.

RASO, J. M. Evolució secular de les precipitacions estacionals a les Illes Balears. *Territoris*, 1998, 1, p. 277-289.

WHEELER, D. y MARTÍN VIDE, J. Rainfall Characteristics of Mainland Europe's most Southerly Stations. *International Journal of Climatology*, 1992, 12, p. 69-76.

ANEXO II. 20 IDEAS-CLAVE DE LA CLIMATOLOGÍA HISTÓRICA

Historia y métodos

1. La climatología histórica es la especialidad que estudia la dinámica climática a partir de fuentes documentales históricas.
2. La especialidad es relativamente reciente. Las iniciativas ilustradas y positivistas sufrieron con el determinismo una súbita interrupción y olvido. Sólo con el neopositivismo de los años 1960-1970 ha resurgido la especialidad. Por este motivo, el nivel de los resultados todavía es modesto tanto por lo que respecta a las escalas espaciales como a las temporales.
3. Las fuentes documentales deben ser originales y con testimonios generados por personas contemporáneas a los hechos.
4. La información obtenible debe ser continua en el tiempo, generada con homogeneidad, perfectamente datable y mínimamente cuantificable.
5. Los objetivos de la investigación son la identificación y caracterización de la variabilidad climática en sus diferentes manifestaciones a escala plurisecular: episodios, oscilaciones y anomalías climáticas, y episodios meteorológicos extremos.
6. El tratamiento estadístico de los datos, su gestión y conservación están favorecidos y potenciados por la creciente capacidad del *hardware* informático. El *software* comercial y las redes de comunicaciones favorecen, por otra parte, un alto nivel de intercambios y la posibilidad de establecer fondos de datos internacionales (Euro-CLIMHIST, Universität Bern).
7. El estado actual de la investigación sólo permite disponer de 11 series de índices climáticos en España, 7 de los cuales están en Cataluña. Los más de 2.500 volúmenes de documentación manuscrita consultada no llegan al 2 por ciento del total de fondos susceptibles de ser aprovechados en primera instancia en investigaciones de climatología histórica en toda España.
8. La densidad de puntos con series de datos todavía es baja teniendo en cuenta la complejidad del clima mediterráneo (100 km entre puntos en Cataluña y 500 km en España). El periodo temporal comprendido cubre los siglos XV al XIX.

Fuentes documentales y tipos de información

9. Cualquier fuente documental puede contener información climática pero la consulta exhaustiva del Patrimonio documental resulta imposible o inabarcable. Hay que centrarse en aquellas fuentes más interesantes por la cantidad o calidad de información obtenible, seleccionando aquellas series documentales historiográficamente más fiables y completas, y climáticamente más ricas e interesantes.

10. Las series documentales más provechosas son aquellas que reflejan la vida cotidiana de ámbitos locales: libros de actas o resoluciones de consejos municipales y capitulares, así como dietarios o libros de memorias de instituciones y particulares.

11. Sin duda la información más abundante y útil son los registros de ceremonias de rogativas motivadas por algún factor ambiental adverso: sequías, lluvias prolongadas, tormentas, frío... Se trata de una información indirecta pero de aprovechamiento óptimo por sus características y ante la falta de descripciones directas de circunstancias atmosféricas.

12. La rigidez institucional y el inmovilismo propios del Antiguo Régimen favorecen la explotación de las ceremonias de rogativas como indicador climático estable. El conjunto de instituciones implicadas (gremios, municipios, iglesia) da cierto grado de objetividad a las rogativas y la diferenciación formal según la duración e intensidad de los fenómenos (oraciones, exposiciones, procesiones, inmersiones, peregrinaciones) favorece su objetivización y cuantificación.

13. En ámbitos científicos ilustrados durante el siglo XVIII comenzaron las observaciones meteorológicas instrumentales. Astrónomos y médicos desarrollaron las primeras redes internacionales (*Accademia di Cimento* de Florencia, *Royal Société de Médecine* de París, *Societas Meteorologica Pallatina* de Mannheim).

14. Poco más de 15 series de observaciones diarias iniciadas en el siglo XVIII han llegado completas y están "vivas" en la actualidad en Europa. Barcelona (1780p), Madrid (1786p) y Cádiz (1786p) son tres de ellas.

15. Las observaciones instrumentales antiguas, anteriores a la existencia de servicios meteorológicos oficiales de ámbito estatal, tienen un contenido muy parecido al de las series actuales, por lo cual no es problemático hacer un ensamblaje provechoso para la climatología. Esta labor ya se ha llevado a cabo en España para las tres series antes mencionadas en el Grupo de Climatología de la Universidad de Barcelona (Proyectos ADVICE y IMPROVE, 1996-1999).

Los resultados de la investigación

16. El estado actual de la investigación no permite concluir unos rasgos climáticos muy definidos. La especialidad no ha alcanzado un nivel de desarrollo óptimo, pero se pueden ofrecer los rasgos generales así como el análisis de episodios meteorológicos singulares por sus magnitudes o impactos en las comunidades humanas.

17. En Cataluña la última miniglaciación se manifiesta, teniendo en cuenta los conocimientos actuales, en 3 oscilaciones climáticas de características muy marcadas:

a) Oscilación Inicial, 1575-1620, incremento de los hidrometeoros catastróficos y descenso acusado de la sequía

b) Oscilación Maldá, 1760-1800, incremento acusado de los hidrometeoros catastróficos pero también de la sequía

c) Oscilación Final, 1825-1860, incremento de los hidrometeoros catastróficos y descenso acusado de la sequía

18. Los hidrometeoros catastróficos (inundaciones, temporales, grandes nevadas) ocasionados por episodios meteorológicos extremos, presentan una frecuencia baja pero sus magnitudes como fenómeno natural y su impacto económico y social evidencian su alta capacidad destructiva hacia las comunidades humanas.

19. La sequía es sin duda el riesgo climático por excelencia en Cataluña. Hay episodios severos durante los últimos 500 años bastante frecuentes e intensos como para atribuirles un protagonismo importante: 1565-1567, 1626-1632, 1751-1754, 1812-1818... Se presentan habitualmente en episodios de 4 a 6 años de duración y una recurrencia relativamente alta.

20. El estudio histórico del clima tiene una vertiente aplicada si tenemos en cuenta las incertidumbres de un posible cambio climático inducido por el hombre: la falta de referentes nos lleva a buscar comportamientos regulares del clima y sus manifestaciones extremas del pasado reciente para poder potenciar la predictabilidad climática en base a datos empíricos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado con el soporte del proyecto CLI98-0930-CO2-02 (CICYT) y de la Generalitat de Cataluña (SGR97 00416).

© Copyright Mariano Barriendos 1999

© Copyright Scripta Nova