

CAPÍTULO 1

Clima

Albert Carreras
Universidad Pompeu Fabra

1.1. Presentación*

El clima constituye la variable exógena por excelencia en el devenir de las sociedades. Tanto es así que resulta difícil integrarla en el argumento histórico a pesar de su indiscutible influencia. No debemos olvidar cómo y hasta qué punto el clima y sus variaciones han afectado a los españoles hasta fechas muy recientes, en realidad, hasta la actualidad. Se han realizado muchos progresos investigadores en los últimos decenios. De ellos cabe deducir que el mecanismo de transmisión más claro es, tal como se podía esperar, el de la variabilidad de la producción agraria. Un país con un territorio dedicado mayoritariamente a la agricultura de secano depende crucialmente de la cantidad de agua que anualmente cae del cielo y de su distribución a lo largo de las estaciones. Incluso las zonas litorales, más templadas, están siempre pendientes de la regularidad de las precipitaciones y del riesgo de las heladas. En la actualidad, cuando el agua es tan importante para el abastecimiento de la población y para la generación de electricidad, los recursos hídricos han adquirido renovada importancia. El debate sobre el calentamiento global del planeta ha introducido una nueva variable climática en el análisis del cambio a largo plazo. Se está investigando intensamente su impacto sobre el medio plazo. Para períodos más amplios —siglos, milenios o sus múltiplos— deberíamos referirnos, en cambio, a la cambiante disponibilidad de tierras habitables y cultivables.

Existen diversos elementos climáticos que pueden influir sobre la actividad humana. Algunos de forma perenne, constituyendo rasgos estructurales —geográficos— de su territorio. No interesan aquí estos valores promedios que caracterizan los elementos estables del clima y a través de los cuales podemos definir, por ejemplo, los límites de la Europa húmeda y de la Europa seca, sino la variabilidad de los fenómenos.

No todos los elementos climáticos tienen el mismo tipo de influencia a lo ancho y a lo largo de nuestro planeta. Las precipitaciones, por poner un ejemplo relevante, son inversamente proporcionales a la producción agraria en la Europa húmeda y directamente proporcionales en la Europa seca. Desde la perspectiva española nos interesarán más la lluvia y los días de helada. Desde la Francia septentrional podrían ser más útiles la temperatura y la insolación, que condicionan la cantidad y calidad del producto de las vendimias. Desde la holandesa o danesa quizás volveríamos a fijarnos en las heladas pero por razones muy distintas: la formación de capas de hielo resistente en los ríos y en los mares más utilizados para la navegación.

Actualmente se registran, por parte de diversas Administraciones a menudo interconectadas, una gran cantidad de datos climáticos. Las necesidades de la navegación aérea, las de la seguridad ambiental y la permanente preocupación por la previsión de las catástrofes naturales, alimentadas por los gigantescos desarrollos de las telecomunicaciones y la exploración espacial, así como por la creciente conciencia de los riesgos del calentamiento global, han multiplicado extraordinariamente el volumen de información sobre las variaciones del estado de la atmósfera. Este despliegue afecta al número de estaciones de observación, al número de variables observadas y a la frecuencia de su observación. A medida que retrocedemos en el tiempo se reducen rápidamente las estaciones, las variables y la periodicidad de su registro. En una obra de estas dimensiones no hemos dudado en sacrificar la riqueza de las variables en aras de su antigüedad.

En el terreno de las series largas apenas existen datos precisos anteriores al siglo xx más que para unos pocos fenómenos: precipitaciones, temperaturas, presión atmosférica, humedad, viento (dirección e intensidad) y estado del cielo. En diferentes momentos de este último siglo y medio, en

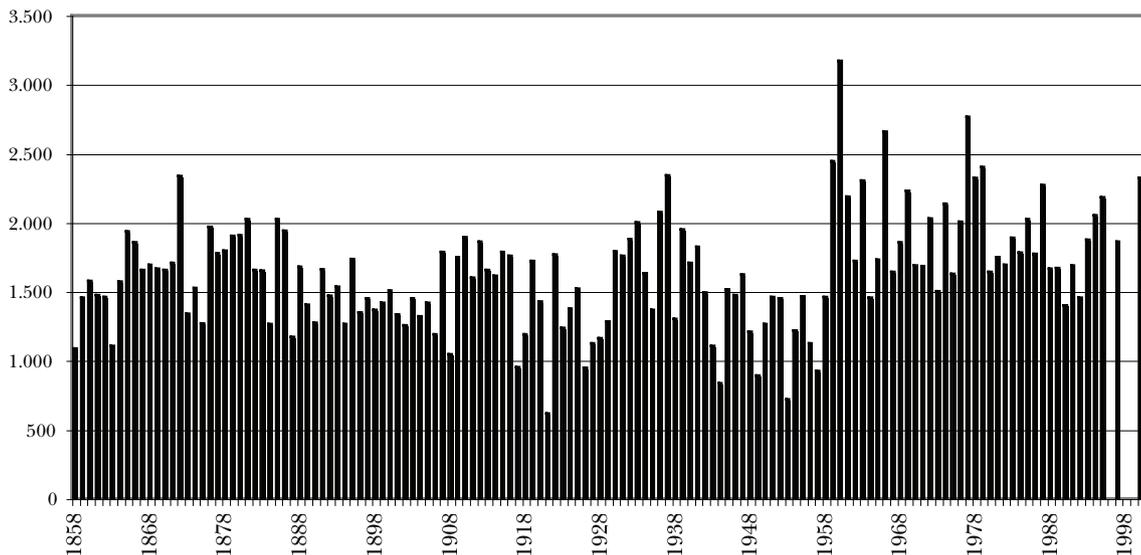
* Agradezco los comentarios de Javier Martín Vide (Universidad de Barcelona y Asociación Española de Climatología), la ayuda recibida de Antonio Gázquez, del Servicio Catalán de Meteorología y las facilidades del Centro Meteorológico de Barcelona del Instituto Nacional de Meteorología. A Luis Germán (Universidad de Zaragoza) agradezco la referencia al trabajo de Domingo y Quiles. Todos los errores son de mi exclusiva responsabilidad.

España se empezarán a registrar regularmente, y para una red de estaciones cada vez más amplia, datos sobre todos estos fenómenos. Otros fenómenos no climáticos, pero sí claramente físicos —exógenos a la economía— y con característica variabilidad, son el caudal de los ríos —directamente relacionado con las precipitaciones— que en España se controla regularmente desde 1912 (*Estadísticas de Aforos*) y los seísmos. La hidrología y la sismología, respectivamente, estudian estos datos. Los he dejado al margen de esta selección por la relativa brevedad de las series que se podían reconstruir; porque en los mejores casos de aforos las series de precipitaciones suplían de algún modo esta información, y porque España es un país de sismología relativamente baja.

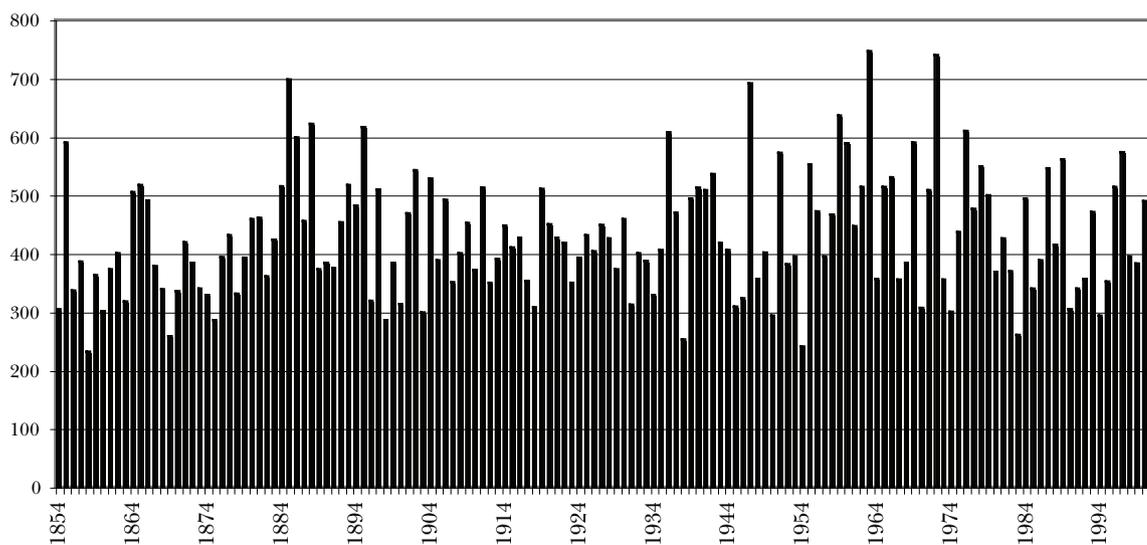
1.1.1. Precipitaciones

Por ahora, hemos sufrido más las consecuencias de la variabilidad climática con las precipitaciones que con las temperaturas. Por esto se ha dedicado más atención, por parte de las autoridades y de los investigadores, a las precipitaciones. El primer cuadro (1.1) informa de las precipitaciones anuales en 34 ciudades —aquellas para las que disponemos de información que remonta al siglo XIX—, 33 españolas y Gibraltar. La preocupación por el cambio climático, centrada universalmente en la medición de las temperaturas, tiene en España otra lectura en clave de preocupación por el posible incremento de la sequedad, ya muy elevada en todo el sureste peninsular. Ello ha producido numerosas investigaciones (Fernández García 1994; Milián 1996; Raso 1997; Quereda, Montón, y Escrig 2000), que no parecen obtener resultados concluyentes para toda España, aunque sí apuntan a una exageración de las actuales pautas de precipitación, con una tendencia al aumento de la misma en la España noroccidental húmeda y a una reducción en la España meridional más seca (Milián 1996; Raso 1997), y a un creciente desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua, por incremento de ésta (Quereda, Montón, y Escrig 2000). Los gráficos 1.1, 1.2 y 1.3 correspondientes a Santiago de Compostela, Madrid y Alicante, respectivamente, reflejan estas pautas. Santiago tiende a ser más lluvioso, Alicante más seco y Madrid no presenta tendencia en el último siglo. Estos datos sugieren que la preocupación por la tendencia a la reducción de las precipitaciones en la Europa seca tiene algún fundamento.

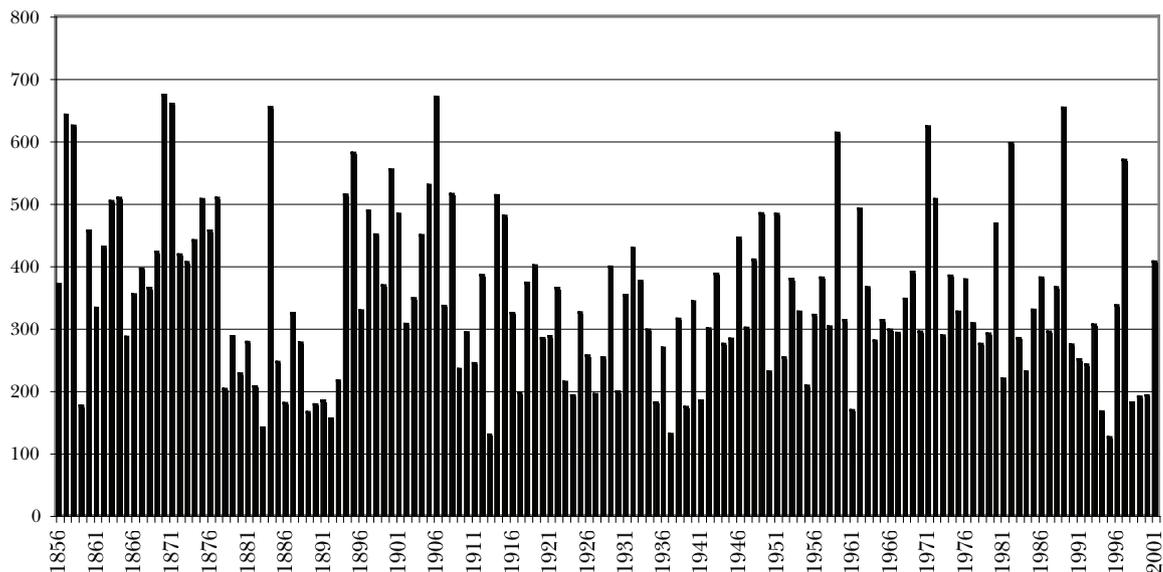
GRÁFICO 1.1: Precipitaciones anuales en Santiago de Compostela, 1858-2001 (mm)



Fuente: Cuadro 1.1.

GRÁFICO 1.2: Precipitaciones anuales en Madrid, 1854-2001 (mm)

Fuente: Cuadro 1.1.

GRÁFICO 1.3: Precipitaciones anuales en Alicante, 1856-2001 (mm)

Fuente: Cuadro 1.1.

Los siguientes cuadros (1.2 a 1.5) multiplican doce veces la frecuencia de la información. Proporcionan las precipitaciones recogidas mensualmente en unas estaciones bastante representativas del territorio español y para las que los investigadores (Almarza, López, y Flores 1996) opinan que las observaciones son de una calidad homogénea a lo largo del tiempo: Burgos, Madrid, Valencia y Zaragoza. Burgos, Madrid y Zaragoza pueden considerarse representativas de grandes regiones naturales de la España interior: Castilla la Vieja y León o la cuenca del Duero, Castilla la Nueva o

la cuenca del Tajo, y Aragón o la cuenca del Ebro, respectivamente. Valencia es representativa del litoral mediterráneo. El motivo de este detalle es doble. Por una parte, es sabido que el factor que más influye en las cosechas del secano español, no es tanto la lluvia caída anualmente, como la suma de las precipitaciones de ciertos meses del año, los decisivos para la maduración de los frutos de la tierra. En el caso del trigo —el gran cultivo de la España interior— estos meses son los que van de febrero a mayo, con particular énfasis en marzo y abril y, para la siembra, octubre y noviembre. Para poder realizar estudios de correlación de clima y producción agraria conviene, por lo tanto, disponer de datos con periodicidad, como mínimo, mensual. Quizá a partir de este material haya investigadores que se animen a correlacionar precipitaciones y cosechas (un precedente ejemplar es el de Domingo y Quiles [1931] para Huesca y Zaragoza, de 1914 a 1927) y, en caso de llegar a buenos resultados, puedan estimar éstas para aquellos períodos en que falta la información o ésta es muy deficiente, como sucede para el siglo XIX y para los años 1936-1950 del XX. El único trabajo reciente que conozco que se orienta en la línea apuntada es el de Barquín (2002). Para Alemania, Francia y Gran Bretaña disponemos de los artículos preparados por Solomou (1986), Solomou, Khatri y Wu (1998), y Solomou y Wu (1999 y 2002) que han insistido en que una parte significativa de la variabilidad del PIB (Producto Interior Bruto), particularmente el alemán y el francés, entre 1870 y 1913, derivaba de impactos climatológicos, tanto de precipitaciones como de temperaturas. Tenemos buenos motivos para suponer que, en esos mismos años, el impacto climático fue aún más fuerte en España.

En todos estos casos hay que ser consciente de que la lluvia no es el único factor de variabilidad de las cosechas, pero quizá sí sea el mayor y, sobre todo, el más fácilmente individualizable. La disponibilidad de abonos debía ser baja en la segunda mitad del siglo XIX para la España de secano y, en cualquier caso, era bastante constante en su ritmo de crecimiento. No debió ser así durante la Guerra Civil y la inmediata posguerra, cuando se redujo drásticamente la cantidad de abono aplicable por hectárea después de más de un tercio de siglo de importantes progresos en esta dirección. Para esos mismos años (1936-1950) las cifras de pluviosidad también pueden ayudar a despejar dudas sobre la magnitud de las sequías vividas por España y su influencia en el nivel de producción hidroeléctrica, que tantas preocupaciones causó en la época de la autarquía. Por este motivo he reproducido los datos mensuales hasta 1960.

Quizá el mayor problema de la información climática respecto a su comparación con la información económica sea el de la agregación ¿Cómo obtener índices climáticos adecuados para territorios amplios y diferenciados cuando el impacto territorial del clima se caracteriza por su diversidad? Los valores medios son insatisfactorios y la solución sólo puede pasar por la desagregación territorial de la información económica, que es lo que propongo para el secano español. Desde mediados del siglo XX se han ido publicando ciertos datos agregados muy interesantes. Me refiero a los que recoge el cuadro 1.6, referentes al volumen de la precipitación atmosférica sobre la España peninsular. Desgraciadamente, aún es una serie corta, que sólo comienza en 1947, pero ya extremadamente valiosa para múltiples estimaciones. Las fuentes originales permiten la desagregación temporal (por meses) y territorial (por cuencas hidrográficas) de esta información, abriendo perspectivas de descripción y análisis del mayor interés (v. t. el cuadro 1.7).

1.1.2. Temperaturas

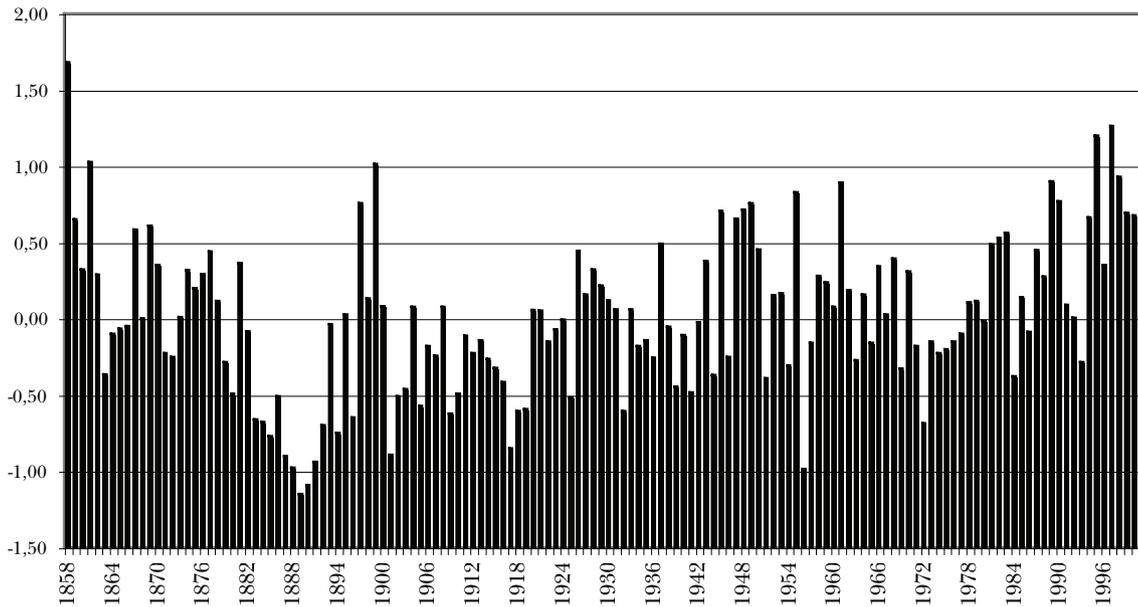
En la primera edición de este capítulo no mencionaba las temperaturas por no apreciar su relación con las actividades económicas. En cambio, en estos últimos veinte años se ha producido tal explosión de interés, investigación y preocupación sobre el fenómeno del calentamiento global, que ahora resulta

indispensable completar el capítulo con las series de temperaturas.¹ Se han multiplicado los estudios y las síntesis sobre el calentamiento global y el efecto invernadero (como la de Martín Vide [1999], y la de Toharia, Olcina y Rico [1998], más centrada en los posibles efectos sobre la Península Ibérica). Pero los documentos fundamentales son los que ha ido preparando el *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, especialmente el informe de 2001, que contiene un importante capítulo sobre variabilidad y cambio climático (Folland et al. 2001) que ha dado a conocer a un amplio público las estimaciones sobre las temperaturas medias de la superficie terrestre en el último milenio, y las mediciones efectuadas desde 1860 hasta el año 2000. De ellas se concluye una tendencia al calentamiento de la superficie del planeta Tierra desde la primera década del siglo xx, interrumpida durante unas tres décadas (1945-1975, aproximadamente) pero que ha retomado su senda de crecimiento en el último cuarto de siglo, con la consiguiente preocupación sobre sus efectos negativos y sobre cómo evitarlos. En conjunto, estamos hablando de un incremento de unas siete u ocho décimas de grado centígrado, que puede parecer poco, pero que es estadísticamente muy significativo y que contrasta vivamente con la estabilidad —ligeramente descendente— de la tendencia en el medio siglo precedente. Las mediciones anteriores a 1860 son cada vez menos fiables, especialmente para antes de finales del siglo xviii. Aún así, los indicios reunidos por los investigadores apuntan claramente a una estabilidad de las temperaturas en el milenio anterior a 1900, punteada por algunos episodios de enfriamiento. El calentamiento del siglo xx también representa un cambio radical de la tendencia milenaria.

También en el caso español la mayoría de las observaciones de temperaturas arranca de 1860 (v. «Guía de fuentes»). Sería ideal poder presentar datos para las mismas estaciones para las que puedo ofrecer los de precipitaciones. Desgraciadamente, no existe una tarea investigadora previa equivalente a la disponible para las precipitaciones. El cuadro 1.8 presenta datos de temperaturas medias anuales para catorce estaciones, las de mayor cobertura temporal. Con estos datos, a menudo utilizados en su detalle mensual, numerosos climatólogos han estudiado la evolución secular de la temperatura en las diversas regiones españolas (Fernández García 1994; Quereda y Montón 1994; Raso 1997), obteniendo evidencia de calentamiento significativo en los últimos lustros, confirmando así lo que se observa en cualquier visualización rápida de las series. El gráfico 1.4 visualiza un ejercicio simple inspirado en las evaluaciones del cambio climático, concretamente, el promedio de las desviaciones de las temperaturas sobre las medias históricas de los catorce observatorios referidos en el cuadro 1.8. Para el promedio de estas catorce estaciones el calentamiento es menos visible que para el conjunto del planeta. Parece clara la tendencia al aumento de las temperaturas en los últimos veinticinco años. Pero, en el largo plazo, no parece existir una tendencia tan nítida como a escala planetaria. Pudiera ser que la impresión de estabilidad a largo plazo dependiera mucho de los altos valores registrados en unos pocos observatorios en los primeros cuatro años (1858-1861). En cualquier caso, la mayor sorpresa del gráfico, leído desde la historia económica, es la intensidad y regularidad de la caída de la temperatura media registrada a lo largo del decenio de 1880, que coincide con la crisis agraria. ¿Cuánto de climático hubo en la crisis agraria? A la vista del gráfico, no debió de ser poco. Si situamos la perspectiva de la evolución secular a finales del siglo xix, entonces sí que la tendencia al calentamiento parece inequívoca. En cambio, en los decenios de 1860, 1870 y 1880 dominó la tendencia al enfriamiento. El gráfico 1.5, correspondiente al observatorio de Madrid, permite añadir algo más de profundidad temporal. La serie, que empieza en 1838, pero que no dispone de datos de 1847 a 1853, refuerza la impresión de un máximo térmico en el decenio de 1850 y de un mínimo en el de 1880, con tendencia al crecimiento desde entonces.

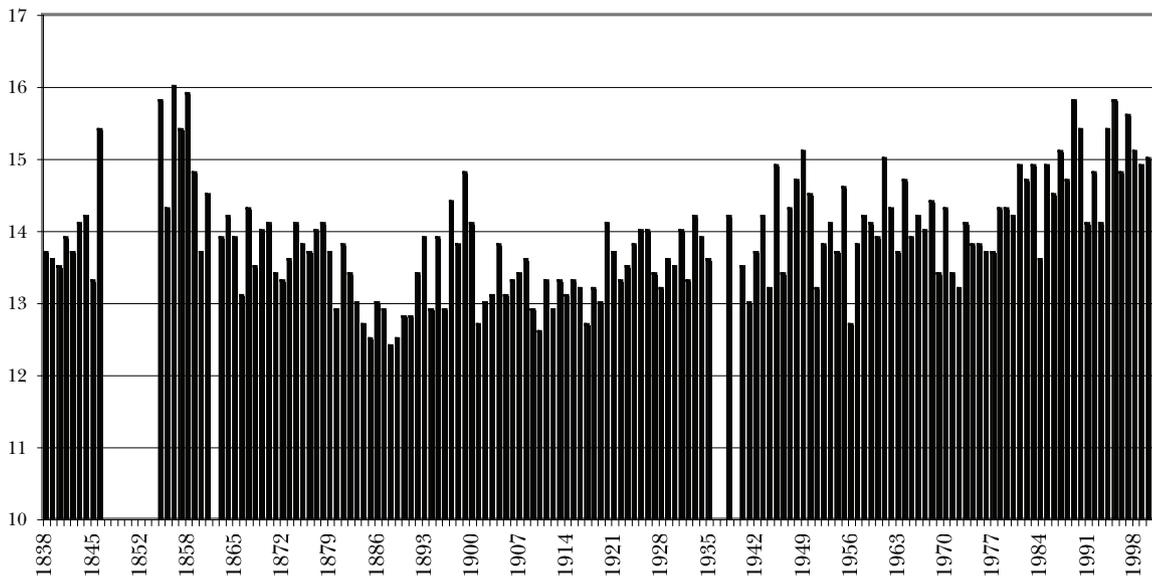
¹ Una muestra de ese dinamismo es la creación, en 1998, de la Asociación Española de Climatología (www.aeclim.org) que agrupa al colectivo español interesado por el estudio del clima. Ha realizado cuatro congresos hasta el año 2004, inclusive.

GRÁFICO 1.4: Promedio de las desviaciones de las temperaturas sobre las medias. España, 1858-2001 (°C)



Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro 1.8.

GRÁFICO 1.5: Temperaturas medias anuales en Madrid, 1838-2001 (°C)

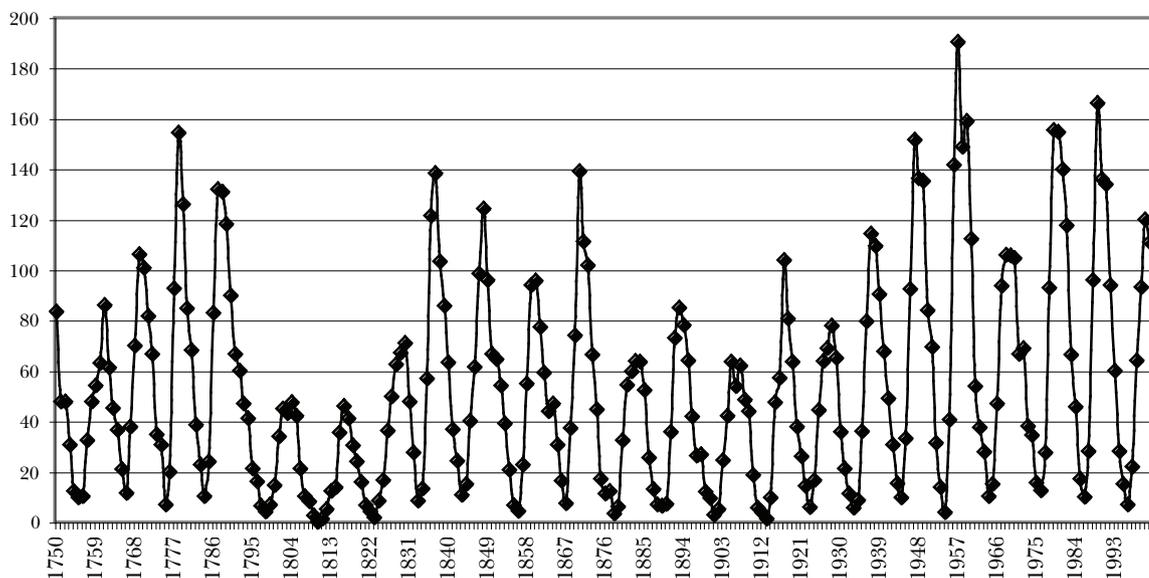


Fuente: Cuadro 1.8.

Aunque la justificación de los materiales que aquí se presentan es su carácter radicalmente exógeno a la actividad económica, no está de más preguntarse a su vez por las causas de su variabilidad. Analizando cualquiera de las series anuales presentadas, se observa fácilmente la presencia de fases de mayor frecuencia de años húmedos y de fases donde predominan los años secos, y de años más

fríos o más cálidos. Algunos han llegado a hablar de ciclos. La discusión sobre el carácter puramente aleatorio (estocástico) o cíclico de las fluctuaciones climáticas aún está abierta. Durante un tiempo estuvo en boga la hipótesis de las *manchas solares* para explicar los ciclos climáticos. A simple título de inventario reproduzco en el cuadro 1.11 la serie de números relativos de manchas solares, desde 1750, calculados según el procedimiento de Wole-Wolfer. A pesar del descrédito en que a veces ha caído la explicación *solar*, no cabe duda de que la asombrosa regularidad cíclica de la serie sigue fascinando a los investigadores (v. gráfico 1.6).

GRÁFICO 1.6: Números relativos de manchas solares, 1750-2001



Fuente: Cuadro 1.9.

Los estudios sobre calentamiento global han recuperado el potencial explicativo de la vieja serie de manchas solares y aceptan que las épocas de escasa actividad solar han implicado descensos en las temperaturas registradas en la atmósfera terrestre. Así pues, aquél que desee variables exógenas para sus modelos puede encontrar aquí una hermosa serie exógena... ¡al mismísimo planeta Tierra! Las otras grandes influencias del calentamiento global son los impactos de grandes erupciones volcánicas y la propia actividad humana. No presento datos sobre las erupciones volcánicas, porque todas las importantes de los últimos dos siglos han tenido lugar fuera del territorio español. En el resto de estas *Estadísticas históricas* tendremos, en cambio, innumerables oportunidades de registrar la actividad humana, desde muy diversas facetas.

1.2. Guía de fuentes

1.2.1. Historia de la estadística meteorológica en España

Los primeros pasos de la estadística meteorológica comenzaron en el siglo XVIII. Levantan el vuelo en los últimos años de esta centuria con los experimentos y mediciones de científicos de la talla de Jorge Juan (en Madrid y en San Fernando) y de Salvá Campillo (en Barcelona). Sus esfuerzos tuvieron apreciable continuidad en las tres plazas. Los casos de Madrid y Barcelona han sido estudiados por Barriendos, Gómez y Peña (1997). El ejemplo de los pioneros fue imitado por particulares. Las observaciones meteorológicas fueron protagonizadas mayormente por catedráticos de instituto y de universidad, por religiosos profesores en colegios particulares y por algunos aficionados. La *summa* de esta tradición la recogió y sistematizó Manuel Rico Sinobas a mediados del siglo XIX.

Una Real Orden de 28 de diciembre de 1854 obligará a la publicación regular de las mediciones del Observatorio de Madrid. El ejemplo cundirá por toda España. Los primeros *Anuarios Estadísticos de España* que preparó la Junta General de Estadística del Reino dan fe de la dispersión y heterogeneidad de estos esfuerzos, pero también del entusiasmo con el que se multiplicaban, alcanzando rápidamente a formar once estaciones meteorológicas (Alicante, Barcelona, Bilbao, Granada, Oviedo, Salamanca, Santiago de Compostela, Sevilla, Valencia, Valladolid y Zaragoza), gracias, normalmente, a la complicidad de las universidades. Es en este contexto que se inscribe la Real Orden de 5 de marzo de 1860 que da a la Junta General de Estadística medios y competencias para el registro sistemático de datos meteorológicos. Además, crea y dota una red de veintidós estaciones meteorológicas (en Albacete, Alicante, Almadén, Badajoz, Barcelona, Bilbao, Burgos, Ciudad Real, Cuenca, Granada, Huesca, Murcia, Oviedo, Palma de Mallorca, Riotinto, Salamanca, Santiago, Soria, Sevilla, Valencia, Valladolid y Zaragoza) atendidas por catedráticos y auxiliares de universidades e institutos de segunda enseñanza, coordinadas desde la de Madrid. A la nueva red de veintidós estaciones debía sumarse el Observatorio de Marina de San Fernando (Cádiz) y los de la Escuela de Agricultura de Jaén y del Real Seminario de Vergara, creados voluntariamente por los directores de los centros. El primero es el de trayectoria más dilatada de todos los españoles ya que su funcionamiento regular se remonta a los primeros años del siglo XIX. Más antiguo entre los peninsulares es el de Gibraltar, con datos seguidos desde 1791. El Observatorio Astronómico y Meteorológico de Madrid creado, como el de San Fernando, por Jorge Juan, fue medio destruido durante la Guerra de la Independencia por las tropas de Napoleón. Aunque bajo la dirección de la facultad de Ciencias se siguieron haciendo en él algunas observaciones, no fue reconstruido hasta 1860. Desde 1865, por encargo del Ministerio de Fomento, se encargó de reunir y publicar en tomos anuales sus propias observaciones, y las de las restantes estaciones españolas citadas, en un volumen anual titulado *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península Ibérica*. No todas las primeras veinticinco estaciones lograron consolidarse. Varias desaparecieron (así sucedió con Almadén, Cuenca, Riotinto o Vergara), pero otras se incorporaron a la lista, como La Coruña y La Laguna, antes de 1870, o Málaga, Pamplona, San Sebastián, Santander y Teruel, antes de 1880. En torno a 1880 se multiplicaron las observaciones, pero en la mayoría de los casos, duraron pocos años —menos de diez—.

En 1892 se creó en Madrid otro centro meteorológico, llamado Instituto Central Meteorológico, situado a unos quinientos metros del antiguo Observatorio, y también en el Parque del Retiro. Ese Instituto empezó a publicar el 1 de marzo de 1893 un *Boletín Meteorológico Diario*, y desde 1900 se encargó ya de recoger y publicar anualmente todos los datos climatológicos de España, cesando desde entonces en esa labor el antiguo Observatorio, que quedó destinado sólo a la astronomía. A partir de 1904 pasa a depender, hasta 1933, del Instituto Geográfico y Estadístico. En 1910 cambió el Instituto su nombre por el de Observatorio Central Meteorológico, y creó al año siguiente —1911—

una nueva red pluviométrica en el marco de la cual se dotaron centenares de estaciones en pocos años. En 1913, reflejo del nuevo dinamismo infundido a las tareas meteorológicas, se crea, por Real Decreto de 7 de febrero, el Cuerpo de Meteorólogos y Auxiliares de Meteorología. En 1921 el antiguo Observatorio Central Meteorológico adoptó el nombre de Servicio Meteorológico Nacional, dependiente del Instituto Geográfico y Catastral, pasando a depender en 1933 de la Dirección General de Aeronáutica del Ministerio de la Guerra con el nombre de Servicio Meteorológico Español. En 1940 pasa a integrarse en el Ministerio del Aire, unificándose en un solo Servicio Nacional de Meteorología los diversos organismos oficiales dedicados a meteorología. En 1978, finalmente, los poderes públicos deciden integrar los servicios de meteorología en la Administración civil del Estado, adscribiéndolos al Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones bajo el nombre de Instituto Nacional de Meteorología (INM). Posteriormente, el INM ha cambiado varias veces de dependencia ministerial, aunque ahora ya lleva tiempo asignado al Ministerio de Medio Ambiente, donde ha encontrado un encaje muy natural.

1.2.2. Fuentes

Para antes de la moderna era estadística las fuentes para conocer las variaciones climáticas son extremadamente dispersas y heterogéneas. Los historiadores han revalorizado algunas de ellas: los diezmos, las mercuriales y otras fuentes de precios y las rogativas. La relativa abundancia de tazmías y mercuriales en los archivos de los territorios de la antigua Corona de Castilla permiten aproximarse a los cambios en las condiciones climáticas. La escasez de estas fuentes en la Corona de Aragón indujo a Emili Giralt (1958) a explotar una alternativa: las rogativas votadas por el *Consell de Cent* de la ciudad de Barcelona. Esta estrategia ha sido aprovechada a fondo por Mariano Barriendos y por Javier Martín Vide. En la tesis del primero (Barriendos 1994), y en numerosos trabajos posteriores, atractivamente resumidos por el mismo autor (Barriendos 1999), se despliega todo el potencial de información climatológica que se puede obtener de fuentes y registros preestadísticos, entre los que destacan las rogativas, pero en el que también hay documentación de otro orden. Barriendos y Martín Vide (1995) presentaron los resultados en un artículo de *Climatic Change*, que debe ser uno de los más citados en el campo de la climatología histórica. Barriendos, Peña y Martín Vide (1998) han logrado transformar la sucesión de referencias cualitativas en una verdadera serie de precipitaciones para Barcelona, desde 1521 hasta la actualidad. En el primer tercio del siglo XIX, la crisis del Antiguo Régimen y el paralelo avance de la Revolución liberal dieron al traste con la legitimidad de las prácticas y de las creencias que daban vida a aquellas fuentes. Fue dificultándose la recolección de diezmos hasta su definitiva abolición en 1843. Se acabaron las prácticas intervencionistas o controladoras en los mercados impidiéndose así la formación de mercuriales, y el auge del liberalismo anduvo paralelo a la difusión de la indiferencia religiosa cuando no del anticlericalismo, creando un mal ambiente para plantear rogativas financiadas con el dinero público.

Las grandes series de publicaciones periódicas de la meteorología española son el *Resumen Anual*, el *Boletín Diario*, el *Boletín Mensual de Climatología* y el *Calendario Meteoro-Fenológico* (ahora *Calendario Meteorológico*). El *Boletín Mensual* y el *Calendario* aparecen después de la Guerra Civil, en 1940 y 1943, respectivamente. El *Boletín Diario* se publica desde 1893. El *Resumen* es la publicación más antigua. Arranca el año meteorológico de 1866 (de 1 de diciembre de 1865 a 30 de noviembre de 1866), a raíz de la Orden de 11 de noviembre de 1865 que encarga al Observatorio de Madrid reunir y publicar los datos de la red de estaciones meteorológicas (pero existe un resumen del año meteorológico 1865 publicado como apéndice del *Anuario* del Observatorio de Madrid correspondiente a ese mismo año). Hasta 1875 los datos anuales corresponden al llamado *año meteorológico*, que iba de diciembre a noviembre y que complica la homogeneización de las series. Sólo a partir de 1875, a consecuencia de los acuerdos adoptados en el Congreso Internacional Meteorológico celebrado en Viena en 1873, las

autoridades españolas pasan a proporcionar datos que permiten agregar las observaciones por años naturales, aunque sólo a partir de 1881 facilitan la lectura directa del año natural. La serie prosigue, pero con numerosas incidencias en cuanto a la entidad que se encarga de su formación y publicación. Hasta 1899 es el Observatorio de Madrid quien la publica, pero hasta 1875 ello no consta en la portada ni en la portadilla. De 1900 a 1909, es el Instituto Central Meteorológico. De 1910 a 1920, el Observatorio Central Meteorológico. De 1921 a 1932, el Servicio Meteorológico Nacional. De 1933 a 1939, el Servicio Meteorológico Español. De 1940 a 1977, nuevamente el Servicio Meteorológico Nacional. De 1978 en adelante, el Instituto Nacional de Meteorología. Con el paso del tiempo, los *Resúmenes* se fueron retrasando en su publicación. La precariedad del sostén presupuestario provocó demasiada dependencia de la buena voluntad de la red de observadores —el milagro de acción colectiva sobre el que se ha basado la meteorología española durante decenios—. Los volúmenes del decenio de 1890 ya aparecerán de dos años en dos años, y el de 1899-1900 se retrasará hasta 1906. La nueva serie, con un formato distinto, comienza precisamente con el volumen con datos de 1906. En muy pocos años la dimensión de los *Resúmenes* crece hasta multiplicar la tradicional. Cada año aumenta el número de estaciones y los datos que se recogen para cada una de ellas. En su momento de más empuje, entre 1913 y 1915, cuando se lanza la iniciativa del *Anuario* del Observatorio Central Meteorológico, la Administración Meteorológica realiza un esfuerzo extraordinario para publicar los datos de 1901 a 1905, que habían quedado inéditos.² Se publican en 1916, en dos volúmenes. Los cambios administrativos producirán nuevos retrasos en la publicación, sobre todo al cambiar los servicios meteorológicos de dependencia ministerial, pero ninguno se podrá comparar al retraso que provocará la Guerra Civil. Ya durante la República no se había logrado publicar ningún *Resumen* correspondiente al período republicano. Después de la guerra se realiza un esfuerzo extraordinario para poner al día los *Resúmenes*. Durante más de diez años, hasta 1952, el Servicio Meteorológico Nacional publica los *Resúmenes* del decenio de 1930, inclusive los años de la Guerra Civil, simultáneamente a la publicación de los volúmenes anuales. El esfuerzo, notabilísimo, coincide con otras iniciativas para reconstruir las series de algunas variables significativas como la precipitación (*Las series más largas...* 1943, o el *Mapa...* de González Quijano 1946), y con el lanzamiento de nuevas publicaciones, como las mencionadas anteriormente (*Boletín Mensual* y *Calendario*). Pero, a la altura de 1952, cuando el retraso histórico se había colmado, había surgido un nuevo retraso corriente. El *Resumen* de 1950 se publicará en 1959. No consta la publicación del resumen del año siguiente. Los datos anuales deberán obtenerse, a partir de entonces, del *Boletín Mensual*. El Servicio Meteorológico Nacional intentará en diversas ocasiones relanzar la serie de los *Resúmenes*, pero los esfuerzos ya no tendrán continuidad. Un primer ensayo se produce en 1967 para el año 1961, con el ánimo de aprovechar el comienzo del treinteno meteorológico internacional (1961-1990). El retraso inicial será imposible de colmar y el intento se abandona después de publicar el *Resumen* de 1963 en 1972. A cambio, el SMN (Servicio Meteorológico Nacional) garantizará la continuidad del *Boletín Mensual* —la base de las medias anuales desde 1950—, y ampliará y reforzará en 1983 el *Calendario Meteoro-Fenológico*, asumiendo algunos de los contenidos de los *Resúmenes*, y lo transformará en un nuevo *Calendario Meteorológico*. La publicación del *Anuario Meteorológico* de 1980 en 1992 representa el último esfuerzo de poner al día la serie de los *Resúmenes*. Fracasarán tras cuatro intentos. En 1996 se publica el volumen de Almarza, López y Flores que proporciona series históricas homogeneizadas de precipitaciones para muchas estaciones meteorológicas, paliando así parcialmente la pérdida de información regular. Mientras tanto, el Instituto Nacional de Meteorología irá facilitando a los

² El *Anuario* del Observatorio Central Meteorológico es interesante por muchos conceptos, en especial por el avance en el estudio científico de la meteorología. A los efectos de este capítulo, debo subrayar la importancia del capítulo primero («Organización») del primer volumen, firmado por José Galbis, director del Observatorio. En sus 87 páginas describe la evolución histórica de la meteorología oficial española.

investigadores los datos que precisen, pero aplicando unas modestas tarifas. La escasez de datos anuales se ha paliado con la publicación de los *Valores normales y estadísticos de observatorios meteorológicos principales (1971-2000)* que proporciona datos anuales de todas las estaciones.

La colección de *Resúmenes* está disponible en muy pocas bibliotecas, normalmente incompleta, y debería ser protegida como una especie en riesgo de extinción. Hay pocos ejemplos de utilización sistemática de los abundantísimos datos reunidos, con detalles por estaciones, por meses (y a menudo por décadas), y normalmente para quince variables. Sólo conozco publicaciones recapitulativas sobre las precipitaciones. Se trata de tres documentos de un enorme valor. En primer lugar, por orden de antigüedad, el extraordinario fascículo *Las series más largas de observaciones pluviométricas en la Península Ibérica* que publicó el SMN en 1943, con detalle mensual y desde su origen para un total de 31 estaciones españolas (Albacete, Alicante, Almería, Badajoz, Barcelona, Bilbao, Burgos, Cádiz, Ciudad Real, Granada, Huesca, Jaén, La Coruña, León, Lérida, Madrid, Murcia, Oviedo, Palma de Mallorca, Pamplona, Salamanca, San Fernando, San Sebastián, Santiago de Compostela, Sevilla, Soria, Teruel, Tortosa, Valencia, Valladolid y Zaragoza), dos portuguesas (Coimbra y Lisboa) y una inglesa (Gibraltar). De 1946 es el importante volumen de Pedro M. González Quijano, *Mapa Pluviométrico de España*, que, además de la extraordinaria cartografía, reproduce las precipitaciones anuales de todas las estaciones ibéricas que en 1940 contaban, al menos, con nueve años de observación. Son dos libros de consulta obligada. Debe advertirse que las series de González Quijano, por ser anuales, no dan una idea exacta de los datos recogidos. En muchos casos, particularmente desde 1860 a 1900, no aparecen los totales anuales a causa de la ausencia de alguna observación mensual, pero no de todas. Así, la serie de precipitaciones atmosféricas sobre Sevilla parece muy deficiente, pero cuando se compara con los datos de *Las series más largas...*, se aprecia cómo los meses que faltan son pocos para cada año. Yendo un poco más allá, incluso cabe sospechar que, en realidad, los datos que faltan deben entenderse, muy a menudo, como *ausencia del fenómeno*, es decir, como *ceros*. Con frecuencia la falta de datos se produce en julio o en agosto, cuando es más alta la probabilidad de ausencia de precipitaciones. Se puede suponer, por lo tanto, que quizá falten menos datos de los que las estadísticas sugieren. Aún así, la ausencia de registros afea todas las series, incluso las más recientes, tal como puede observarse en los cuadros 1.1 y 1.8. He preferido no reproducir los datos cuando había indicios de que no reflejaban la totalidad del fenómeno, aún en los casos más leves, en los que sólo falta la observación correspondiente a un mes. Más de medio siglo después de la publicación de *Las series más largas...* y medio siglo exacto después de la publicación del *Mapa...* de González Quijano, se ha publicado, por parte de Carlos Almarza Mata, J. A. López Díaz y Celia Flores Herráez, *Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación de España*. Este volumen, riquísimo de información, vuelve sobre todos los datos de precipitaciones disponibles al detalle mensual, y los recopila, anotando escrupulosamente los cambios de observatorio y los cambios de instrumental. Los autores se preocupan por obtener series lo más completas y lo más homogéneas posibles. Para lo primero, explotan al máximo la estructura estadística de cada serie y su correlación con otras de estaciones vecinas. Así van *rellenando* (éste es el término que utilizan) las series y colmando las carencias de datos. Para lo segundo —la homogeneidad— someten a prueba estadística cada serie para detectar rupturas y si éstas pudieran deberse a cambios de emplazamiento o de instrumental de los observatorios. Los rigurosos análisis estadísticos acaban descartando muchas series, incluso algunas de las más antiguas (Granada, Jaén, Oviedo, Salamanca, Santiago de Compostela, Soria y Valladolid). En el cuadro 1.1 las he reproducido todas, siempre que comenzaran en el siglo XIX. Pero para el detalle mensual (cuadros 1.2 a 1.6) sólo he seleccionado algunas de las que Almarza, López y Flores consideran básicas o de referencia —las estadísticamente más robustas—.

Múltiples trabajos de José María Lorente, publicados normalmente en el *Calendario Meteorológico*, han cuidado de proporcionar abundantes series largas para las observaciones termométricas

(y también pluviométricas). De ellos he partido para la reconstrucción de las series de temperaturas medias. Las series históricas reunidas por Lorente se limitan a catorce estaciones, a partir de 1866 o de poco después. Los *Resúmenes de las Observaciones Meteorológicas* permitirían retrotraer la serie de diez estaciones más hasta la misma fecha, pero no las he encontrado en la literatura. La notable dispersión de las colecciones de *Resúmenes* ha dificultado la publicación de series largas. Todos los autores que las utilizan agradecen al Instituto Nacional de Meteorología que les haya proporcionado los datos, pero no reproducen más que gráficos, nunca los datos originales. El INM no ha publicado, para las temperaturas, nada parecido en transparencia, exhaustividad y minuciosidad a *Las series más largas de observaciones pluviométricas* ni al trabajo de Almarza, López y Flores. La proximidad del 150 aniversario de la moderna estadística meteorológica en España (2010) constituiría una excelente oportunidad para cubrir esta ausencia clamorosa (y también para depurar lo que son observaciones efectivas de lo que son estimaciones). Ante la dificultad de una reconstrucción inexperta de las series de temperaturas, me he limitado a prolongar las catorce series seleccionadas por José María Lorente, hacia atrás (antes de 1865) y hacia delante (de 1966 a la actualidad), recurriendo a los *Anuarios Estadísticos de España*.³ Lamentablemente, éstos no proporcionan series suficientemente largas y regulares de información climatológica que puedan sustituir la información de los *Resúmenes*. Además, no han mantenido un criterio suficientemente estable a lo largo del tiempo, y constituyen una fuente secundaria decepcionante.

La comparación de las series españolas con las del entorno más próximo o con las de todo el mundo es ahora posible y necesaria. Los datos mundiales que han formado la base de las estimaciones del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) se pueden consultar en la página web del *Climatic Research Unit* situado en la Universidad de East Anglia: <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature>. Los otros sitios web que producen y recopilan información relativa al cambio climático en el pasado son los de la NASA —el Goddard Institute for Space Sciences, en la Columbia University—: <http://www.giss.nasa.gov>; y el del NCDC (Nacional Climatic Data Center) en la NOAA (Nacional Oceanic and Atmosphere Administration): <http://www.ncdc.noaa.gov>.

La serie de manchas solares puede consultarse en el *Calendario Meteorológico* con frecuencia mensual desde 1943. Los registros seriados se pueden retrotraer hasta 1610.

Relacionadas con las estadísticas meteorológicas, aunque claramente diferenciadas en su objeto y en el organismo que se encarga de ellas, son las *Estadísticas de Aforos*, publicadas anualmente desde 1912 por la Dirección General de Obras Hidráulicas, constituyendo una serie muy valiosa del comportamiento de los ríos españoles, continua hasta 1960.

Quien quiera profundizar en la bibliografía climatológica debe dirigirse inmediatamente a la consulta del repertorio de F. Huerta, *Bibliografía meteorológica española*. Para la climatología histórica, debe consultarse el artículo de M. Barriendos (1995). Utilísimo para toda España, y con importantes indicaciones de otras bibliografías regionales, es el ensayo bibliográfico del libro de J. J. Capel Molina, *Los climas de la Península Ibérica*, actualizado hasta el año 2000. El texto coordinado por J. Martín Vide y J. Olcina Cantos, *Climas y tiempos de España*, es el de factura más reciente. En la bibliografía que sigue a estas páginas he reproducido algunos títulos de particular interés para el análisis de las series de precipitaciones y temperaturas y su correlación con otras variables, además de las indispensables referencias a las fuentes y a los principales repertorios estadísticos y bibliográficos. No he incluido los atlas climáticos, disponibles para España y para algunas Comunidades Autónomas, por no proporcionar series históricas.

³ He realizado diversos intentos de cubrir por mi cuenta y riesgo la recopilación de los datos para las mismas estaciones registradas en el cuadro de precipitaciones, pero he llegado a la conclusión de que se trata de una tarea que sólo puede plantearse por parte de un equipo muy experto y con pleno acceso al material de archivo. Inevitablemente, deberá constituir una iniciativa de la Administración meteorológica nacional.

1.3. Fuentes y bibliografía

1.3.1. Fuentes primarias

1.3.1.1. Los resúmenes anuales

- OBSERVATORIO DE MADRID [no consta el nombre en la portada en los primeros años]. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en Madrid y en otras veinte estaciones de la Península desde 1.º de Diciembre de 1864 al 30 de Noviembre de 1865*. Madrid, 1866. [La portadilla es: *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en el Real Observatorio de Madrid desde el 1.º de Diciembre de 1864 al 30 de Noviembre de 1865*. Madrid, 1865. Hay un Apéndice. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en diversos puntos de la Península, desde el 1.º de Diciembre de 1864 al 30 de Noviembre de 1865*, 153-268].
- *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1865 al 30 de Noviembre de 1866*. Madrid, 1867.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1866 al 30 de Noviembre de 1867*. Madrid, 1868.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1867 al 30 de Noviembre de 1868*. Madrid, 1870.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1868 al 30 de Noviembre de 1869*. Madrid, 1871.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1869 al 30 de Noviembre de 1870*. Madrid, 1872a.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1870 al 30 de Noviembre de 1871*. Madrid, 1872b.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1871 al 30 de Noviembre de 1872*. Madrid, 1873.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1872 al 30 de Noviembre de 1873*. Madrid, 1875.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1873 al 30 de Noviembre de 1874*. Madrid, 1877.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península desde el día 1.º de Diciembre de 1874 al 31 de Diciembre de 1875*. Madrid, 1878.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1882, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1883.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante los años del mismo nombre 1876, 1877, 1878, 1879 y 1880, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1884.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1881, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1885.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1883, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1888.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1884, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1889a.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1885, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1889b.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1886, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1890a.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1887, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1890b.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1888, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1891a.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1889, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1891b.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año de 1890, ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1893.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante los años 1891 y 1892 ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1895.
 - *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante los años 1893 y 1894 ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid*. Madrid, 1896.

—. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante los años 1895 y 1896 ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid.* Madrid, 1899.

—. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante los años 1897 y 1898 ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid.* Madrid, 1902.

—. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante los años 1899 y 1900 ordenado y publicado por el Observatorio de Madrid.* Madrid, 1906.

DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año 1906 ordenado y publicado por el Instituto Central Meteorológico, I.* Madrid, 1908a.

—. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año 1907 ordenado y publicado por el Instituto Central Meteorológico, II.* Madrid, 1908b.

—. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año 1908 ordenado y publicado por el Instituto Central Meteorológico, III.* Madrid, 1909.

—. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año 1909 ordenado y publicado por el Instituto Central Meteorológico, IV.* Madrid, 1910.

—. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante el año 1910 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, V.* Madrid, 1912.

—. *Resumen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la Península y algunas de sus islas adyacentes durante los años 1911 y 1912 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, VI.* Madrid, 1914.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1913 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, VII.* Madrid, 1915.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante los años 1901, 1902 y 1903 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, VIII.* Madrid, 1916a.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1914 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, IX.* Madrid, 1916b.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante los años 1904 y 1905 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, X.* Madrid, 1916c.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1915 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, XI.* Madrid, 1917.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1916 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, XII.* Madrid, 1918.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1917 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, XIII.* Madrid, 1919.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1918 ordenado y publicado por el Observatorio Central Meteorológico, XIV.* Madrid, 1922.

DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1919 ordenado y publicado por la Oficina Central Meteorológica, XV.* Madrid, 1924a.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1920 ordenado y publicado por la Oficina Central Meteorológica, XVI.* Madrid, 1924b.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1921 ordenado y publicado por la Oficina Central Meteorológica, XVII.* Madrid, 1924c.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1922 ordenado y publicado por la Oficina Central Meteorológica, XVIII.* Madrid, 1925a.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1923 ordenado y publicado por la Oficina Central Meteorológica, XIX.* Madrid, 1925b.

DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1924 ordenado y publicado por la Oficina Central Meteorológica, XX.* Madrid, 1927.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1925 ordenado y publicado por la Oficina Central Meteorológica.* Madrid, 1929.

—. *Resumen de las observaciones efectuadas en las estaciones del Servicio Meteorológico Español durante el año 1926 ordenado y publicado por la Oficina Central Meteorológica.* Madrid, 1932.

INSTITUTO GEOGRÁFICO, CATASTRAL Y DE ESTADÍSTICA. SERVICIO METEOROLÓGICO ESPAÑOL. *Resumen de las observaciones efectuadas durante el año 1927 en las estaciones de I, II y III orden del Servicio Meteorológico Español y recopiladas por la Oficina Central Meteorológica.* Madrid, 1932.

- . *Resumen de las observaciones efectuadas durante el año 1928 en las estaciones de I, II y III orden del Servicio Meteorológico Español y recopiladas por la Sección de Climatología de la Oficina Central Meteorológica*. Madrid, 1933.
- DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA. SERVICIO METEOROLÓGICO ESPAÑOL. *Resumen de las observaciones efectuadas durante el año 1929 en las estaciones de I, II y III orden del Servicio Meteorológico Español y recopiladas por la Sección de Climatología de la Oficina Central Meteorológica*. Madrid, 1935.
- MINISTERIO DEL AIRE. SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. OFICINA CENTRAL: SECCIÓN DE CLIMATOLOGÍA. *Resumen de observaciones meteorológicas de 1930 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1939.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1931 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1940.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1932 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1942a.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1933 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1942b.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1940 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1942c.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1941 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1944.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1934 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1945.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1942 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1946.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1935 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1948a.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1943 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1948b.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1944 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1949.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1936 y 1937 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1950.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1938-39 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1952a.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1945 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1952b.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1946 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1953.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1947 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1954.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1948 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1955.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1949 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1957.
- . *Resumen de observaciones meteorológicas de 1950 efectuadas en las estaciones de I, II y III orden*. Madrid, 1959.
- MINISTERIO DEL AIRE. SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. *Resumen anual de las observaciones meteorológicas. Año 1961*. Madrid: Sección de Climatología de la Oficina Central, 1967.
- . *Resumen anual de las observaciones meteorológicas. Año 1962*. Madrid: Sección de Climatología de la Oficina Central, 1969.
- . *Resumen anual de las observaciones meteorológicas. Año 1963*. Madrid: Sección de Climatología de la Oficina Central, 1972.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. *Anuario meteorológico de 1980. Resumen anual de las observaciones meteorológicas*. Madrid, 1992.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE. DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. *Anuario meteorológico de 1981. Resumen anual de las observaciones meteorológicas*. Madrid, 1993.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE. *Anuario meteorológico de 1982. Resumen anual de las observaciones meteorológicas*. Madrid, 1995a.
- . *Anuario meteorológico de 1983. Resumen anual de las observaciones meteorológicas*. Madrid, 1995b.

1.3.1.2. Otras fuentes primarias

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. *Boletín Diario*. Madrid. Publicado anteriormente por el Servicio Meteorológico Nacional desde 1893.
- . *Boletín Mensual Climatológico*. Madrid. Publicado, desde enero de 1940, por el Servicio Meteorológico Nacional.
- . *Calendario Meteoro-Fonológico*. Madrid. Publicado anteriormente, desde 1943, por el Servicio Meteorológico Nacional. En 1983 adopta el título de *Calendario Meteorológico*.
- . *Calendario Meteorológico*. Madrid, desde 1983. Antes titulado *Calendario Meteoro-Fenológico*.
- . *Hoja Quincenal de Precipitación*. Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS. *Anuario de Aforos*. Madrid, 1912 y ss.
- . *Resumen de Aforos (hasta 1959-60)*. Madrid, 1966.

1.3.2. Fuentes secundarias

- ALMARZA MATA, C., J. A. LÓPEZ DÍAZ, y C. FLORES HERRÁEZ. *Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación de España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, D. G. del Instituto Nacional de Meteorología, 1996.

- DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO. *Anuario del Observatorio Central Meteorológico*, I. Madrid, 1916.
- GONZÁLEZ QUIJANO, P. M. *Mapa pluviométrico de España*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Juan Sebastián Elcano de Geografía, 1946.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Anuario Estadístico de España*. Madrid, 1940 y ss.
- JUNTA GENERAL DE ESTADÍSTICA. *Anuario Estadístico de España, 1862:1865*. Madrid, 1866-1867.
- . *Anuario Estadístico de España, 1866-67*. Madrid, 1870.
- LORENTE, J. M. «Un siglo de observaciones de temperatura media anual en España». *Calendario Meteorológico Fonológico*, 1961, 133-137.
- . «Variaciones de la temperatura media anual en España peninsular». *Calendario Meteorológico Fonológico*, 1968, 183-191.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. *Valores normales y estadísticos de observatorios meteorológicos principales: (1971-2000)*. Vol. 1, Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco. Vol. 2, Castilla y León, Aragón, La Rioja y Navarra. Vol. 3, Cataluña, Valencia, Murcia e Illes Balears. Vol. 4, Madrid, Castilla-La Mancha y Extremadura. Vol. 5, Andalucía y Melilla. Vol. 6, Islas Canarias. Col. Estadísticas. Madrid, 2002.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. *Las series más largas de observaciones pluviométricas en la Península Ibérica*. Serie D, n.º 1. Madrid: Ministerio del Aire, SMN, 1943.

1.3.3. Bibliografía

- ALBENTOSA, L. M. «La aplicación del método estadístico en Climatología: 105 años de lluvias en Barcelona (1866-1970)». *Revista de Geografía* 9, núms. 1-2 (1975): 59-77.
- . «Bibliografía de climatología y meteorología de Cataluña». *Revista de Geografía* 14, núms. 1-2 (1981): 127-159.
- . «La evolución de la Geografía física en España: Geomorfología y Climatología». En *Coloquio Ibérico de Geografía* (Barcelona, 27 septiembre-2 octubre 1983. Actas, Ponencias y Comunicaciones). Barcelona: Sección de Geografía de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Barcelona, 1984, 99-112.
- ALMARZA, C., y J. A. LÓPEZ. «Rachas húmedas y secas de las series instrumentales más largas de la Península». *Calendario Meteorológico*, 1995, 231-240.
- ÁLVAREZ CASTRILLÓN, M. «Antiguas observaciones pluviométricas en Barcelona». *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 30, n.º 13, Barcelona (1950): 317-336.
- ANES ÁLVAREZ, G. «La época de las vendimias: la tradición de los estudios de climatología retrospectiva en España». *Estudios Geográficos* 107 (1967): 243-252 (Presentación del artículo de Manuel Rico y Sinobas «Estudio sobre la marcha de las cosechas de la vid en Valladolid durante el siglo XVIII»).
- BARQUÍN GIL, R. «La producción de trigo en España en el último tercio del siglo XIX. Una comparación internacional». *Revista de Historia Económica* 20, n.º 1 (2002): 11-38.
- BARRIENDOS VALLVÉ, M. «El clima histórico de Catalunya. Aproximación a sus características generales (ss. XV-XIX)». Tesis doctoral inédita, Universidad de Barcelona, 1994a.
- . «La climatología histórica en España». En M. F. Pita y M. Aguilar, orgs. *Cambios y variaciones climáticas en España*. Sevilla: Universidad de Sevilla/Fundación El Monte, 1994b, 47-61.
- . «La producción bibliográfica en climatología histórica». *Revista de Geografía* 29, n.º 1 (1995): 103-110.
- . «Recerques sobre l'evolució del clima a Catalunya durant els darrers set segles». En J. Vilà Valentí, coord. *Medicina, Medi Ambient i Clima*. Barcelona: Fundació Catalana per a la Recerca, 1999, 153-216.
- BARRIENDOS, M., B. GÓMEZ, y J. C. PEÑA. «Series meteorológicas instrumentales antiguas de Madrid y Barcelona (1780-1860). Características documentales y de observación». En J. Martín Vide, ed. *Avances en Climatología histórica en España*. Vilassar de Mar: Oikos-Tau, 1997, 47-62.
- BARRIENDOS, M., J. C. PEÑA, y J. MARTÍN VIDE. «La calibración instrumental de registros climáticos documentales. Aproximación metodológica a resolución anual para el caso de la precipitación en Barcelona (1521-1989)». *Investigaciones Geográficas* 20 (1998): 99-117.
- BENTABOL, H. *Las aguas de España y Portugal*. Madrid: Est. Tip. de la Viuda e Hijos de M. Tello, 1900.
- BEVERIDGE, W. R., Sir. «Wheat Prices and Rainfall in Western Europe». *Journal of the Royal Statistical Society* 85 (mayo 1922): 412-459 (v. t. la interesantísima discusión en las pp. 460-478).
- BURGUEÑO RIVERO, A. «Diversos aspectos climatológicos de la lluvia en Barcelona». *Notes de Geografia física* 5 (1981): 3-16.
- CAPEL MOLINA, J. J. *Los climas de España*. Vilassar de Mar: Oikos-Tau, 1981.
- . *Los climas de la península Ibérica*. Barcelona: Ariel, 2000.

- COLL, S., y J. I. FORTEA. *Guía de fuentes cuantitativas para la historia económica de España*. Vol. 1, *Recursos y sectores productivos*. Madrid: Banco de España, 1995.
- DE VRIES, J. «Measuring the Impact of Climate on History: The Search for Appropriate Methodologies». En R. I. Rotberg y T. K. Rabb, eds. *Climate and History*. Princeton: Princeton University Press, 1981, 19-50.
- DOMINGO Y QUILES, J. «Correlación entre la lluvia y la cosecha de trigo en secano de las provincias de Zaragoza y Huesca». *Revista de la Mancomunidad Hidrográfica del Ebro* 5, n.º 49 (julio 1931): 1-4.
- EDDY, J. A. «Climate and the Role of the Sun». En R. I. Rotberg y T. K. Rabb, eds. *Climate and History*. Princeton: Princeton University Press, 1981, 145-167.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. «Los cambios climáticos recientes. Tendencias metodológicas y estado de la cuestión en España peninsular». En M. F. Pita y M. Aguilar, orgs. *Cambios y variaciones climáticas en España*. Sevilla: Universidad de Sevilla/Fundación El Monte, 1994, 19-46.
- FERNÁNDEZ DÍAZ, A., y J. A. PAREJO GAMIR. *Aspectos económicos de la meteorología*. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología, 1984.
- FOLLAND, C. K., T. R. KARL, J. R. CHRISTY, R. A. CLARKE, G. V. GRUZA, J. JOUZEL, M. E. MANN, J. OERLEMANS, M. J. SALINGER, y S.-W. WANG. «2001: Observed Climate Variability and Change». En IPCC. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press, 2001, 99-182.
- FONT TULLOT, I. *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas*. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología, 1988.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L., y J. M. GIMÉNEZ DE LA CUADRA. *Notas para la Historia de la Meteorología en España*. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología, 1985.
- GIMÉNEZ DE LA CUADRA, J. M. «La Meteorología en el Observatorio Astronómico de Madrid». En *Doscientos años del Observatorio Astronómico de Madrid*. Madrid: Asociación de Amigos del Observatorio Astronómico de Madrid, 1992, 17-140.
- GIRALT, E. «En torno al precio del trigo en Barcelona durante el siglo XVI». *Hispania* 18, núms. 70-73 (1958): 38-61.
- GONZÁLEZ GONZÁLEZ, F. J. *El Observatorio de San Fernando (1831-1924)*. Madrid: Ministerio de Defensa, 1992.
- HELM CLAYTON, H., ed. *World Weather Records*. 3 vols. Washington: Smithsonian Institution, 1927, 1934 y 1947.
- HERNÁNDEZ ARMENTEROS, S. «Territorio y clima». En M. Martín, A. Parejo y J. F. Zambrana, dirs. *Estadísticas del siglo XX en Andalucía*. Sevilla: Instituto de Estadística de Andalucía, 2002, 9-48.
- HUERTA LÓPEZ, F. *Bibliografía meteorológica española*. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología, 1984.
- IPCC. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Editado por J. T. Houghton et al.]. Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press, 2001.
- JANSÁ GUARDIOLA, J. M.^a. *Curso de Climatología*. Serie B (Textos), 19, Madrid: Ministerio del Aire, Servicio Meteorológico Nacional, Publicaciones, 1969.
- LE ROY LADURIE, E. *Histoire du climat depuis l'an mil*. París: Flammarion, 1967.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. «Las precipitaciones en Murcia de 1862 a 1971». *Papeles del Departamento de Geografía* 3, Universidad de Murcia, Murcia (1971): 171-187.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. «La caña de azúcar en Valencia y las variaciones climáticas». *Estudios Geográficos* 128 (1972): 399-423.
- LORENTE, J. M. «¿Está cambiando el clima?». *Calendario Meteoro-Fenológico*, 1950, 122-145.
- . «Casi cien años de observaciones de temperatura en Madrid». *Calendario Meteoro-Fenológico*, 1952, 127-141.
- . «Oscilación de la temperatura media del aire, estacional y anual, en Madrid». *Calendario Meteoro-Fenológico*, 1953, 125-135.
- . «¿Ha terminado un periodo de grandes oscilaciones pluviométricas?». *Calendario Meteoro-Fenológico*, 1955a, 128-130.
- . «La variabilidad de las precipitaciones atmosféricas sobre España peninsular». *Revista de Geofísica* 14, n.º 55, Madrid (1955b): 229-242.
- . «¿Vendrán años secos?». *Calendario Meteoro-Fenológico*, 1966, 159-160.
- MARROQUÍN SANTOÑA, A. «Clima y constante solar variable». *Calendario Meteorológico*, 2001, 243-249.
- MARTÍN VIDE, J., ed. *Avances en Climatología histórica en España/Advances in Historical Climatology in Spain*. Vilassar de Mar: Oikos-Tau, 1997.
- . «Decàleg del canvi climàtic». En J. Vilà Valentí. *Medicina, Medi Ambient i Clima*. Barcelona: Fundació per la Recerca, 1999, pp.217-242.
- MARTÍN VIDE, J., y M. BARRIENDOS. «The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain)». *Climatic Change* 30 (1995): 201-221.

- MARTÍN VIDE, J. y J. OLCINA CANTOS, coords. *Clima y tiempos de España*. Madrid: Alianza, 2001.
- MILIÁN ARTOLA, T. «Variaciones seculares de las precipitaciones en España». Tesis doctoral inédita, Universidad de Barcelona, 1996.
- PERTIERRA, J. M.^a. «Variación secular de la lluvia en España». *Las Ciencias* 19, n.º 3 (1954): 539-598.
- PITA, M. F., y M. AGUILAR, orgs. *Cambios y variaciones climáticas en España*. Actas de la I reunión del grupo de Climatología de la Asociación de Geógrafos Españoles. Sevilla: Universidad de Sevilla/Fundación El Monte, 1994.
- QUEREDA SALA, J., y E. MONTÓN CHIVA. «Calentamiento significativo en el Mediterráneo español (1870-1993)». En M. F. Pita y M. Aguilar, orgs. *Cambios y variaciones climáticas en España*. Sevilla: Universidad de Sevilla/Fundación El Monte, 1994, 347-360.
- QUEREDA SALA, J., E. MONTÓN CHIVA, y J. ESCRIG BARBERÁ. «La evolución de las precipitaciones en la cuenca occidental del Mediterráneo: ¿Tendencia o ciclos?». *Investigaciones Geográficas* 24 (2000): 17-35.
- RASO, J. M.^a. «Evolución reciente de las temperaturas medias anuales en España». En J. Martín Vide, ed. *Avances en Climatología histórica en España*. Vilassar de Mar: Oikos-Tau, 1997, 91-115.
- RICO SINOBAS, M. «Estudio sobre la marcha de las cosechas de la vid en Valladolid durante el siglo XVIII». *Boletín Oficial del Ministerio de Fomento* 1, Madrid (1851a): 175-191 (Reproducido en *Estudios Geográficos* 107 (1967): 253-263, con un estudio introductorio de Gonzalo Anes).
- . *Memoria sobre las causas meteorológico-físicas que producen las constantes sequías de Murcia y Almería, señalando los medios de atenuar sus efectos*. Madrid: Imp. D. S. Compagni, 1851b.
- ROTBERG, R. I., y T. K. RABB, eds. *Climate and History. Studies in Interdisciplinary History*. Princeton: Princeton University Press, 1981.
- SOLOMOU, S. «The Impact of Climatic Variations on British Economic Growth, 1856-1913». *Climatic Change* 8 (1986): 53-67.
- SOLOMOU, S., Y. KHATRI, y W. WU. «Weather and Fluctuations in Agricultural Output, 1867-1913». *Research in Economic History* 18 (1998): 83-102.
- SOLOMOU, S., y W. WU. «Weather Effects on European Agricultural Output 1850-1913». *European Review of Economic History* 3 (diciembre 1999): 351-373.
- . «Macroeconomic Effects of Weather Shocks, 1870-1913». *Climate Research* 20 (2002): 153-166.
- TOHARIA CORTÉS, M., J. OLCINA CANTOS, y A. M. RICO AMORÓS. «Certezas e incertidumbres sobre la hipótesis del cambio climático por efecto invernadero y sus posibles consecuencias en la Península Ibérica». *Investigaciones Geográficas* 20 (1998): 63-97.
- TORRES, M. DE. *El problema triguero y otras cuestiones fundamentales de la Agricultura española. Una investigación estadística sobre la economía agraria de España*. Madrid: CSIC, 1994.
- VILÀ VALENTÍ, J., coord. *Medicina, Medi Ambient i Clima*. Barcelona: Fundació Catalana per a la Recerca, 1999.