

Estimación de la climatología en Sevilla (España) a final del siglo XVIII, a partir de reseñas meteorológicas

Arturo Sousa¹, Leoncio García Barrón^{2*}

¹ Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla. España.

² Departamento de Física Aplicada II. Universidad de Sevilla. España.

*Autor para correspondencia: Leoncio García Barrón, leoncio@us.es

(Recibido: 15-05-2023. Publicado: 29-07-2023.)

DOI: 10.59427/rcli/2023/v23.71-82

Resumen

Hasta el inicio del siglo XIX no se poseen en la península Ibérica registros instrumentales continuados y precisos de variables meteorológicas. Con antelación, la reconstrucción de climatología histórica se basa generalmente en fuentes referidas al impacto provocado por sucesos extremos. Sin embargo, a partir de 1778, asociada al estado sanitario de la población, se conserva en Sevilla documentación con el número de días de lluvia e incluso de la intensidad de lluvia diaria percibida por el observador, así como otras sobre medidas de temperatura y régimen de vientos. El interés de esta documentación es que representa la transición desde la climatología histórica a la instrumental contemporánea y amplía la información previa. Para la reconstrucción histórica, la apreciación de la intensidad pluviométrica se ha sometido metodológicamente a criterios de clasificación y asignación ordinal. El análisis de la información, complementada, a su vez, con indicaciones de desbordamiento del río, nos ha permitido estimar las condiciones meteorológicas en Sevilla durante finales del siglo XVIII, así como comparar los resultados con otras áreas geográficas. De los resultados obtenidos destacamos la irregularidad pluviométrica interanual (con periodo inicial -1778 a 1782- seco seguido de otro progresivamente más húmedo, 1783-1786) y la irregularidad intraanual, corroborado de manera independiente por las crónicas sobre inundaciones del río Guadalquivir.

Palabras claves: Climatología histórica, lluvia diaria, península Ibérica, Sevilla, siglo XVIII.

Abstract

Until the beginning of the 19th century, there were no continuous and precise instrumental records of meteorological variables in the Iberian Peninsula. In advance, the reconstruction of historical climatology is generally based on sources referring to the impact caused by extreme events. However, from 1778, associated with the health status of the population, documentation is kept in Seville with the number of rainy days and even the intensity of daily rain perceived by the observer, as well as others on temperature and regime measurements of winds. The interest of this documentation is that it represents the transition from historical to contemporary instrumental climatology and expands previous information. For the historical reconstruction, the appreciation of the pluviometric intensity has been methodologically submitted to criteria of classification and ordinal assignment. The analysis of the information complemented, in turn, with indications of river overflow, has allowed us to estimate the meteorological conditions in Seville during the late eighteenth century, as well as to compare the results with other geographical areas. From the results obtained, we highlight the interannual rainfall irregularity (with an initial dry period -1778 to 1782- followed by a progressively wetter one, 1783-1786) and the intra-annual irregularity, independently corroborated by the chronicles on the flooding of the Guadalquivir river.

Keywords: Historical climatology, daily rainfall perception, Iberian Peninsula, Sevilla, 18th century.

1. Introducción

A final del siglo XVIII encontramos en Sevilla ($37^{\circ}22'40''\text{N}$; $6^{\circ}00'10''\text{W}$) documentación que muestra el tránsito metodológico desde la climatología histórica tradicional hacia la climatología instrumental contemporánea. Para conocer el comportamiento del clima en épocas anteriores a los registros instrumentales se utilizan fundamentalmente dos tipos de fuentes de información, denominadas proxy datas (Luterbacher et al., 2020). El primero, los métodos naturales -geológicos y biológicos- que permiten la interpretación del medio físico asociado al clima: sedimentación, estratigrafía, análisis polínico, dendrocronología, etc. (Sousa et al., 2006, 2015). El segundo método utiliza fuentes documentales; entre ellos podemos distinguir: a) documentación eclesiástica: principalmente sobre rogativas para implorar la intercesión celestial, en caso de condiciones meteorológicas adversas, sequías (pro-pluvia) o inundaciones (pro-serenitate), b) documentación civil: ya sean las crónicas de los historiadores que, entre asuntos políticos y administrativos, refieren sucesos catastróficos, o bien, actas de corporaciones locales y escritos oficiales que recogen acontecimientos con impacto en la población o en las obras públicas. Por tanto, esta documentación suele recoger fenómenos meteorológicos extremos, descritos subjetivamente por distintos autores, en distintas épocas, sin un sistema uniforme. Con carácter particular también se generan informes de administradores agrícolas que reflejan las circunstancias meteorológicas que inciden en la producción anual (Fernández-Fernández et al., 2014), o estudios de la presencia local de especies botánicas como indicadores de la incidencia meteorológica (Sousa et al., 2013). Así mismo, estos métodos se han utilizado para elaborar cronologías regionales (Barriendos y Rodrigo, 2006; Barriendos, 2007; Rodrigo, 2007; Domínguez-Castro et al., 2013; Barriendos et al., 2019) que han contribuido al conocimiento de la climatología histórica.

En la segunda mitad del siglo XVIII encontramos una nueva fuente específica, debido a que se desarrolla en Sevilla un conjunto de disertaciones y memorias acerca de la influencia del clima en el estado sanitario de la población. Para ello, se basaron en anotaciones recogidas por observadores contemporáneos sobre los niveles apreciados de lluvia a escala diaria, junto a indicaciones de la dirección e intensidad del viento y a algunas medidas numéricas de temperatura. Representa el paso desde el método documental tradicional, descriptivo del impacto de sucesos, hacia los posteriores registros instrumentales continuados de las variables meteorológicas. Desde el punto de vista de acceso a la información, un motivo de interés respecto de épocas anteriores es que ofrece un avance en cuanto que permite generar series temporales regladas, aunque con la limitación de carecer de precisión cuantitativa por no utilizar todavía pluviómetros de medida. Aunque existen observaciones meteorológicas previas, hasta el inicio del siglo XIX no se poseen en la península Ibérica series instrumentales meteorológicas continuadas y precisas, siendo más antiguas las del Real Observatorio de Marina de San Fernando (Cádiz) cuyos primeros registros datan de 1805 (Morbidelli et al., 2020).

Sevilla, situada en el suroeste de España, incluida en el ámbito de clima mediterráneo con influencia atlántica (García-Barrón 2011, 2013), sufre los efectos recurrentes de situaciones meteorológicas extremas y opuestas, con graves efectos urbanos, ambientales y sociales. Por un lado, la sequía que ocasiona pérdidas de cosechas con el consiguiente desabastecimiento y conflictividad social. Por otro, las riadas debidas a lluvias intensas y prolongadas (García-Barrón et al., 2022). El periodo de estudio forma parte de la Pequeña Edad del Hielo (Little Ice Age en inglés) caracterizado en el hemisferio norte por un descenso relativo de temperaturas; en la zona mediterránea se produce, además, alta variabilidad temporal de las lluvias (Barriendos, Martín-Vide, 1998; Sousa, García-Murillo, 2003). Aunque sus límites son imprecisos (Rodrigo, 2018) se consideran que abarca desde el siglo XVI hasta principio del siglo XIX en que progresivamente se produce la recuperación cálida, conocida como post-Little Ice Age (Sousa et al., 2006, 2009). En el área de estudio se ha observado que en el siglo XVIII se intensifican las condiciones de irregularidad climática, respecto de los siglos adyacentes. A partir de las noticias recogidas por instituciones ilustradas de la época (siglo XVIII) sobre los niveles percibidos de lluvia, el régimen de vientos y medida de temperatura en el suroeste de la península Ibérica, el propósito del presente artículo es: Organizar la información meteorológica disponible en distintas fuentes a finales del siglo XVIII. Elaborar la reconstrucción de series temporales y, en base a ellas, analizar las características climáticas durante el final del periodo preinstrumental.

2. Bases teóricas de la investigación

Las fuentes históricas específicas que nos permiten reconstruir el clima en Sevilla a final del siglo XVIII son de dos tipos diferentes. Por un lado, las noticias procedentes de la Regia Sociedad Hispalense sobre la meteorología local como fundamento del estado sanitario de la población; por otro, los impactos de las inundaciones relacionados con la intensidad de las lluvias procedentes principalmente de la recopilación documental de F. B. Palomo (1878). Lógicamente, ambas fuentes complementarias tienen que ser concordantes.

2.1. Regia Sociedad Hispalense de Medicina y otras Ciencias

La Regia Sociedad es una institución sevillana dedicada a la propagación del conocimiento científico y del método experimental a lo largo del siglo XVIII (Hermosilla, 1971). Podemos afirmar que es una de las academias científicas de mayor proyección en el ámbito hispano durante la Ilustración. Aunque tiene dedicación preferentemente médica

también dedica parte de sus disertaciones, recogidas en actas y legajos, a las distintas ramas de la Física: hidráulica, gases, óptica, electricidad, etc. (García-Barrón, 1990). En particular, merecen su atención los temas dedicados al clima por considerarlos entre los condicionantes para la salud de la población:

“describiendo los influxos de la sucesión de estaciones, las calidades de los vientos, los efectos de estos y de la repentina mutación de los tiempos con las enfermedades que de todas estas causas se podían esperar” (Buendía, 1792).

La irregularidad del clima en Sevilla, con sucesos alternados de sequía y desbordamientos fluviales, justifica el interés de la Regia Sociedad en el estudio de los fundamentos científicos de los fenómenos meteorológicos, y la búsqueda de la explicación que conduzca a amortiguar sus efectos. En este sentido, el socio Buendía presenta en 1792 la disertación sobre “El clima y los vientos de Sevilla y su influjo en las enfermedades”. La primera parte de la misma expone la división del mundo “en zonas entre determinados círculos paralelos, cuyas cualidades se toman por el temperamento respectivo al curso del sol. . .”. Posteriormente justifica que la latitud no es criterio suficiente para establecer los efectos del clima sobre la salud, por lo que “no es menos conducente para la comprensión de un médico la noticia de los vientos que dominan en el pueblo de su residencia”, por lo que describe algunas “consideraciones respectivas a la naturaleza y qualidades de los vientos” y, en particular, los que afectan a Sevilla. En 1793, D. Pedro Henry expone la disertación “De los errores que comúnmente se padecen en las observaciones meteorológicas y remedios para evitarlos”, centrada principalmente en la correcta utilización del barómetro en distintas circunstancias, con indicaciones precisas de su uso, lo que revela la existencia de aficionados que se dedicaban al registro de fenómenos meteorológicos. Sin embargo, no hay ninguna alusión a la pluviometría.

Quizás las aportaciones más interesantes sobre meteorología proceden del socio don Cristóbal Nieto de Piña. Además de múltiples informes y disertaciones sobre temas médicos (enfermedades, partos, etc.), en su época de vicepresidente le correspondía anualmente exponer, en la lección inaugural de curso, un tema físico (hidráulica, 1782; emanaciones eléctricas, 1788; . . .), en ocasiones relacionado con la naturaleza y con el clima (del sol, 1771; del mar, 1775; del rocío, 1779; inundaciones del río, 1784). Ya en su examen de ingreso en la Regia Sociedad (1752) trató el tema físico “Si se da el vacío en la naturaleza”. En él, tras establecer un debate filosófico, introduce la explicación acerca de la máquina de Boyle, justifica el comportamiento del barómetro e incluso refiere un nuevo experimento. Especial relieve tiene la lección inaugural del curso 1772, en que expuso “De la Atmósfera del Globo Terraqueo”. La primera parte trata de la atmósfera, “Su movimiento, figura y elevación”, y la segunda, la más interesante, “Propiedades y afecciones” trata de la pesantez y elasticidad del aire, las experiencias de Torricelli, el efecto de la luz y el calor del Sol, la formación del arco iris, la producción de la lluvia, sobre el rocío, etc. Al relacionar diversas ramas de la física es un compendio del saber de la época con citas de la justificación experimental (García-Barrón, 2002).

El contenido del presente artículo se basa fundamentalmente documentación generada en la Regia Sociedad y, en particular, por la detallada aportación climática elaborada por el socio Nieto de Piña para proporcionar al Cabildo Municipal información sobre el estado sanitario de la ciudad, basado en las condiciones meteorológica a lo largo del año.

“Desde el instante en que el señor marqués de Torreblanca, muy digno Procurador Mayor, hizo constar a la Regia Sociedad de Medicina y otras Ciencias los deseos que animaban a V. I. sobre que se formase una memoria de las enfermedades que afligieron a la ciudad en el año pasado de 1785 y defendió esta Real Asamblea en que me hiciese cargo de un trabajo tan útil, no he omitido. . .”

Los documentos concretos utilizados en este artículo que proporcionan información climática son: “Compendio de la historia de la epidemia de calenturas benignas que experimentó en Sevilla desde principios de septiembre hasta finales de noviembre de 1784 con la constitución de este y otros años”, que incluye la indicación anual de los días de lluvia desde 1778 a 1782 y mensual durante 1783 y principios de 1784, “Memoria de las enfermedades que se experimentaron en la ciudad de Sevilla en el año de 1785” y “Memoria de las enfermedades experimentadas en la ciudad de Sevilla en el año de 1786” (Figura 1) que recoge, a escala diaria, la apreciación (que no medida cuantitativa) de la lluvia a lo largo del año y del precedente, número de tormentas, así como los vientos dominantes y, ocasionalmente, la temperatura registrada en el termómetro Fahrenheit.

Con diferentes enfoques existen estudios recientes que aluden al régimen pluviométrico en Sevilla durante el citado período de estudio, relacionado con la aparición de diferentes enfermedades (Rodrigo, 2016; 2017).

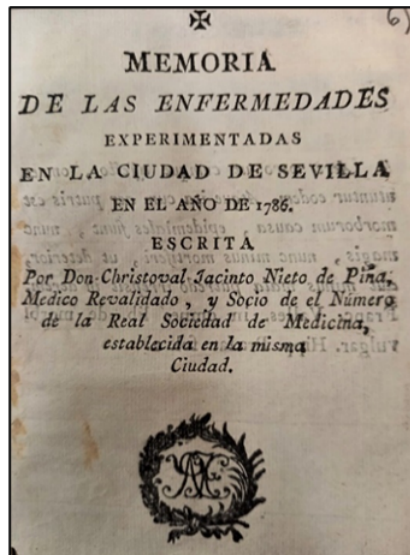


Figura 1: Portada de uno de los cuadernos impresos que recoge información meteorológica de Sevilla a final del siglo XVIII en el contexto sanitario de la ciudad.

2.2. Inundaciones

El interés por la meteorología durante el siglo XVIII se origina, además de por su influjo sanitario, por las secuelas sociales de fenómenos extremos. En la documentación anteriormente citada, el autor Nieto de Piña, junto al régimen de lluvias, incluye comentarios de los correspondientes desbordamientos del río Guadalquivir e incluso incorpora críticas y sugerencias para paliar el problema. La principal fuente documental sobre la climatología hidráulica en el río Guadalquivir es la recopilación realizada por Francisco Borja Palomo en 1878 en que recoge información de distintas fuentes (rogativas, crónicas, informes etc.). Su obra “Historia crítica de las riadas del Guadalquivir en Sevilla” está orientada principalmente a describir la gravedad de los desbordamientos del río Guadalquivir y su impacto sobre la ciudad desde el siglo XIII al XIX. Por tanto, se centra en la descripción de los efectos urbanos y sociales provocados por las inundaciones más que en las condiciones meteorológicas que las generaron.

Sevilla situada en una llanura aluvial de baja cota, es una ciudad que conserva en el siglo XVIII el recinto medieval amurallado como protección a las recurrentes inundaciones. El río Guadalquivir la separa del populoso barrio de Triana con la única comunicación mediante un puente flotante, compuesto de barcas paralelas, sometido al embate de la corriente. Doce desbordamientos importantes del río Guadalquivir se produjeron en el siglo XVIII (Palomo, 1878), de los cuales los de 1707, 1758 tuvieron efectos catastróficos en el conjunto de la ciudad. Durante el último tercio del siglo XVIII, se incrementó la ocurrencia de eventos -1777, 1784, 1786, 1792, 1796- que obligaron al reforzamiento de las defensas y puertas de la muralla y al sellado de husillos, y que generaron inundaciones en la vega e incluso en las zonas interiores de la ciudad con desalojo de las viviendas afectadas (García-Barrón, et al., 2023). Además, frecuentemente se generaron encharcamientos insalubres en la vega lo que provocaba epidemias.

3. Metodología

Las noticias históricas, procedentes de fuentes documentales descriptivas de cada suceso, están sometida subjetividad e imprecisión por lo que requiere establecer pautas objetivas que permitan la posterior su comparación y clasificación. Metodológicamente ha sido necesario transferir la información original literaria a índices ordinales, lo que induce a elaborar criterios de asignación. Hemos indicado que, durante la época de estudio, las observaciones no están registradas por la medida de pluviómetros sino basadas en la percepción individual. Desde 1778 a 1782 conservamos indicación sobre el número total de días lluviosos/secos durante el año. En 1783 y 1784 tenemos noticias sobre el número de días de lluvias en cada mes, pero sin indicación de su intensidad. Durante 1785 y 1786 poseemos información de la “constitución” del año: apreciación cualitativa del nivel de lluvia durante cada uno los correspondientes días del año. Así, en algunos años, las fuentes históricas solamente ofrecen el número total de días de lluvias. Sin embargo, en el ámbito de estudio existe una alta correspondencia entre la precipitación total anual y el número de días de lluvias a lo largo del año. Esto nos permite establecer la comparación interanual. Si tomamos como periodo de referencia el último treintenio, 1991-2020 en Sevilla, podemos obtener la recta de regresión entre ambas variables. Así, por extrapolación es posible estimar la precipitación relativa de los años que componen el periodo histórico de estudio. Aun sometido a incertidumbre, el procedimiento empleado permite generar una aproximación cuantitativa que muestra el comportamiento interanual de la precipitación.

A escala mensual, a partir del número de días de lluvias durante cada uno de los meses de 1783 y 1784 hemos comparado la evolución intraanual mediante la diferencia acumulada entre ambos años y representado su comportamiento interno relativo. La información continuada de la precipitación diaria durante 1785 y 1786 ofrece una interesante aproximación histórica a series pluviométricas. Sin embargo, la calificación de los niveles pluviométricos diarios adolece de imprecisión y ambigüedad al no estar sometidos en los documentos originales a registros cuantitativos; requiere interpretar su significado y transferir la información a escalas numerales. Por tanto, para cuantificar el nivel de la precipitación diaria establecemos cuatro clases ascendentes, que dependen de los términos utilizados en la descripción de cada suceso. Esto nos permite elaborar una clasificación, el índice de percepción pluviométrico, según una escala ordinal progresiva en función de la intensidad y duración descrita.

- I. Lluvias débiles (alguna agua, aguas menudas, ...)
- II. Lluvias moderadas (llovió temprano, no muy recio, ...)
- III. Lluvias persistentes (agua casi todo el día, llovió muy bien, ...)
- IV. Lluvias fuertes (agua copiosa, lluvia con abundancia, ...)

Directamente relacionado con el régimen pluviométrico, lo asociamos en Sevilla con los desbordamientos del río Guadalquivir. De modo análogo con lo expresado respecto de la intensidad de la precipitación es preciso establecer mecanismos para cuantificar la importancia cada suceso de inundación, descrito por sus impactos urbanos, naturales y sociales. Para asignar niveles crecientes a la peligrosidad de las inundaciones, reflejo de la intensidad de la lluvia, nos guiamos por los criterios previamente utilizados por los autores (García-Barrón et al., 2023) en el análisis secular de las riadas en Sevilla durante los siglos XIII a XIX:

- I. Crecida con cierre de las puertas de la ciudad y taponamiento de husillos. Inundación de barrios exteriores a la muralla, con desalojo de la vega del río Guadalquivir en el entorno de Sevilla.
- II. Alarma en la ciudad con amenaza sobre el adarve o en las puertas. Edificios derrumbados. Inundación en cotas bajas del intramuros.
- III. Grave situación catastrófica generalizada en el conjunto urbano, salvo zonas de más alta cota.

Sin embargo, al no existir, a lo largo del siglo XVIII, registros pluviométricos precisos no es posible establecer la correlación entre intensidad de la precipitación y el nivel de desbordamiento del río.

4. Resultados y discusión

4.1. Precipitación

A partir de los apuntes históricos sobre el número de días de lluvia y de la correspondiente apreciación por el observador de la intensidad de la misma, realizamos el análisis de la documentación. En función de la escala temporal -anual, mensual o diaria- presentamos separadamente el análisis complementario de resultados en las siguientes secciones.

4.1.1. Reseñas anuales

La primera información reseñada en los documentos originales es el número de días de lluvia a lo largo del año. De 1779 a 1782 es el resumen directo de datos anuales. En 1783 y 1784 lo calculamos como la suma de los datos de cada uno de los meses; en 1785 y 1786 por medio de la información diaria. La tabla I muestra la información anual durante el periodo de estudio.

Tabla 1: Número de días de lluvia durante 1778 a 1786 en Sevilla.

Año	1778	1779	1780	1781	1782	1783	1784	1785	1786
Días de lluvia	62	46	50	51	55	80	88	106	107

Además, se comprueba la alta correspondencia en el área de estudio entre el número N de días de lluvia a lo largo del año y la correspondiente precipitación total anual P . Si consideramos el treintenio de referencia 1991-2020, el coeficiente de correlación entre ambas variables alcanza $r = 0,86$ lo que nos faculta a calcular la recta de regresión. Obtenemos:

$$P_n = 12,17N_n - 187 \pm (\mathcal{E})$$

En que $\varepsilon=90,5$ mm marca la franja de incertidumbre función del error típico de la recta de regresión. Podemos extrapolar la ecuación a cada uno de los años n entre 1778 y 1786 y obtener la gráfica estimada correspondiente para el periodo de estudio (figura 2).

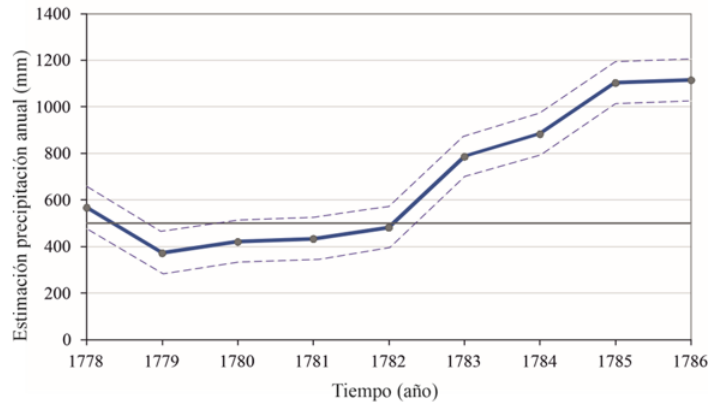


Figura 2: Representación de la precipitación anual estimada en el periodo 1778-1786, a partir del número de días de lluvia.

La figura 2 representa la hipotética precipitación anual resultante durante el periodo de estudio 1778-1786, enmarcada en la franja de confianza estimada. La línea horizontal indica el promedio de precipitación anual en el treintenio de referencia 1991-2020. El comentario original del autor Nieto de Piña confirma los resultados relativos representados: "... desde el año de 1778 hasta el de 1782 hubo 5 años de sequedad aunque no *extremada, en que llovió en los 264 días no igualmente quedando en sequedad 1561 días, con predominio de vientos secos de norte a solano*". Sin embargo, a partir de 1783 se observa un incremento progresivo de precipitación. La figura 2 ratifica la variabilidad pluviométrica interanual en Sevilla, propia del clima mediterráneo con influencia atlántica.

4.1.2. Reseñas mensuales

El autor Nieto de Pina en 1783 relaciona numéricamente los días de lluvia con comentario ocasional de los vientos y tormentas hasta abril. Sin embargo, donde corresponde el mes de mayo simplemente indica "No hubo especial novedad de las estaciones..."; posteriormente continúa sin interrupción con datos desde agosto hasta finalizar diciembre del año siguiente de 1784. Aun con dudas, esto nos induce a pensar que la precipitación de mayo y junio de 1783 fue escasa o nula. La tabla 2 muestra la distribución intranual a lo largo del año del número de días de lluvia. Durante 1785 y 1786 se conserva la documentación de la apreciación de lluvia diaria. Así, nos permite, en primer lugar, agrupar por meses el número de los días de lluvias, sin perjuicio del posterior análisis detallado en la sección siguiente:

Tabla 2: Distribución intranual por meses de los días de lluvias.

	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D
1783	8	7	9	5	0	0	0	1	8	14	9	19
1784	10	13	20	13	5	0	1	1	3	7	4	11
1785	11	9	24	7	11	2	2	1	2	6	5	16
1786	12	4	19	15	12	8	2	0	5	8	14	8

Para poner visualmente de manifiesto la irregularidad relativa de la distribución intranual, calculamos el número acumulado de días de lluvia por mes a lo largo del año, durante el bienio 1783 y 1784. En la figura 3 se expone la diferencia mensual acumulada del número de días de lluvia (sumatorio de los días lluvioso en 1784 menos los del mes correspondiente en 1783). Observamos una diferencia positiva (tramo ascendente) durante el invierno e inicio de primavera indicadora que, durante estos meses, 1784 fue más lluvioso que 1783; y sin embargo el otoño (tramo descendente) muestra una diferencia negativa, indicador que en estos meses 1784 fue relativamente más seco, como también se confirma en la tabla 2.

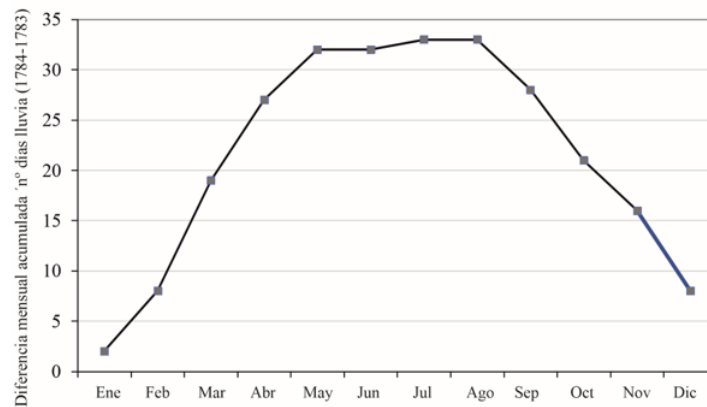


Figura 3: Diferencia mensual acumulada, entre 1784 y 1783, del número de días de lluvia.

4.1.3. Reseñas diarias

Como se ha indicado, para obtener resultados precisos es necesario interpretar y transferir a sistemas numéricos la redacción literaria, según los calificativos de precipitación empleados en el texto original. Aunque tenemos información de intensidad y/o duración de la lluvia diaria desde julio de 1784, solamente están completos durante los años de 1785 y 1786 en que centramos el análisis. Debemos señalar que el autor en 1785 únicamente especifica el nivel de lluvia en 96 días a lo largo del año; sin embargo, en el del resumen anual establece: “(salvo yerro) este año ha llovido en 106 días”. Pensamos que esta diferencia es debida a que además “ha habido 10 tormentas” de las cuales no indica la intensidad de la lluvia, caso que se produjera.

Al aplicar el índice de percepción de precipitación diaria, recogido en la metodología, según una escala ordinal progresiva, se obtienen (Tabla 3) los siguientes valores de precipitación diaria para el bienio 1785-1786.

Tabla 3: Distribución por categorías según el índice de percepción pluviométrica diaria.

	Sin lluvia	Débil	Moderada	Persistente	Fuerte
1785	269	23	36	26	11
1786	258	25	50	27	5

La figura 4 muestra la gráfica con la distribución intranual del índice diario, según categorías de percepción de la lluvia, a lo largo de los años 1785 y 1786. Para suavizar los valores extremos aislados hemos calculado la media móvil semanal centrada lo que facilita visualizar el comportamiento general a lo largo del año. Se observa que en el año 1785 el período húmedo está más concentrado en los meses de febrero a mayo, con un largo periodo relativamente seco de mayo hasta noviembre, por lo que muestra un otoño retrasado respecto del perfil habitual y con precipitación que se recupera posteriormente en diciembre; en el año 1786 la precipitación es temporalmente de distribución más extensa, con perfil en forma de U, con rama progresivamente descendente, por lluvias primaverales hasta junio y ascendente desde el inicio de otoño. Es destacable que en ambos años se produce un anómalo periodo seco en el entorno de enero-febrero, más pronunciado en 1786.

Como referencia comparativa podemos indicar que el perfil de la precipitación media a lo largo del siglo XX en la zona de estudio (no representado). Este perfil muestra valores máximos a principio de invierno que decae ligeramente hasta principios de primavera en que se produce un progresivo descenso hasta llegar a valores prácticamente nulos en julio y agosto para reanudar posteriormente con una pendiente ascendente pronunciada durante el otoño. Así el semestre húmedo cubre de octubre a marzo.

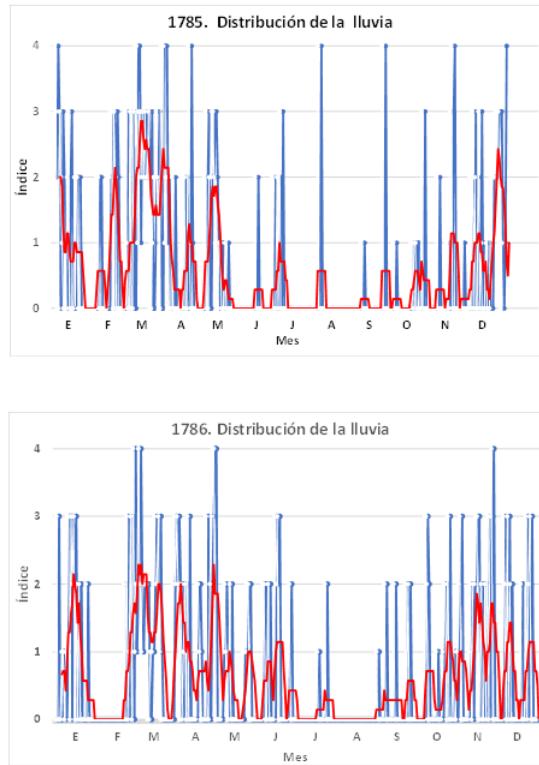


Figura 4: Distribución intranual estimada de la intensidad de las precipitaciones diarias según categorías del índice de percepción (azul), y media móvil semanal centrada (rojo): a) 1785; b) 1786.

4.2. Temperatura

Junto a la apreciación diaria del nivel de lluvia y el viento dominante y sus mutaciones, la documentación original incluye la medida de la temperatura, de modo discontinuo, durante algunos días concretos. Estas medidas están realizadas en escala Fahrenheit, suponemos que en termómetros de máxima y mínima por lo que el autor frecuentemente ofrece dos valores diarios (ejemplo: termómetro al aire de líneas). Desconocemos las condiciones reales de medida, (si a la sombra, su orientación, ...), aunque en ocasiones ofrece en verano un dato complementario de interés social (durante la siesta en sala). Como se observa en la figura 5.

Aunque con la citada salvedad de desconocer las circunstancias de la instalación, lo que previsiblemente hace que las condiciones de medida no sean homogéneas respecto de las actuales, podemos indicar que la temperatura mayor alcanzada fue 39,5 °C el día 2 de agosto y la temperatura menor, 2 °C, el día 5 de febrero están aproximadamente en el entorno de las medidas actuales para esas fechas. También incluimos en la tabla 4 el promedio de la temperatura máxima y mínima de los días que estas se registraron durante los meses de diciembre y enero de 1786 (de los que poseemos mayor información) en relación con el promedio mensual a lo largo del siglo XX en Sevilla, para establecer la comparación. Observamos que las temperaturas máximas son aproximadamente del mismo orden (ligeramente inferiores). Sin embargo, existe una amplia diferencia en lo relativo al promedio de las temperaturas mínimas, que desconocemos si es reflejo del estado meteorológico real o sufre influencia del procedimiento.

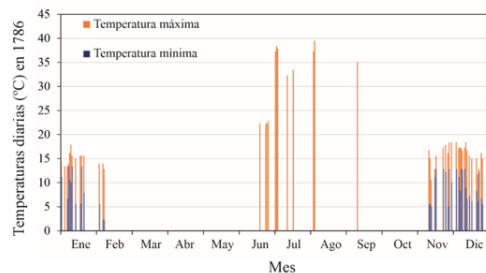


Figura 5: Registro de las temperaturas diarias máximas y mínimas durante 1786.

Tabla 4: Comparación del promedio de temperaturas máximas y mínimas medidas en 1786 respecto de las correspondientes del siglo XX.

	Tmax	Tmin
Diciembre 1786	15,7	8,9
Enero 1786	15,1	9,7
Diciembre S. XX	16,4	5,7
Enero S. XX	16,0	4,8

4.3. Régimen de vientos

La información diaria de la dirección del viento, durante 1786, en el documento que comentamos también es discontinua, con múltiples lagunas, sobre todo en verano. Habitualmente indica la dirección por el nombre de los puntos cardinales, aunque en ocasiones también utiliza términos como “viento solano”, “viento de poniente”. A veces se indica la variabilidad a lo largo del día: “de este mudó a sur”, ... En cuanto a la intensidad, la indica por calificativos del tipo “aire fuerte”, “viento recio”.

Como indicador de la situación sinóptica existente a finales del S. XVIII, consideramos de interés relacionar (tabla 5) la situación de viento dominante en los días de lluvia, durante 1786, por cuanto es indicativo del origen de los frentes de borrascas. La tabla IV muestra la proporcionalidad en función de la dirección.

Tabla 5: Distribución porcentual (%) de la dirección del viento durante los sucesos lluviosos diarios.

Dirección	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Porcentaje	10	0	3	0	41	13	23	10

La figura 6 muestra en escala poligonal la distribución de la dirección del viento en los días de lluvia durante 1786. En el gráfico se observa la preponderancia indicada (77%) de los vientos provenientes de los sectores Sur a Oeste, como portadores de lluvia, y altamente improbable con vientos de levante (que sí afectan a la costa ibérica mediterránea).

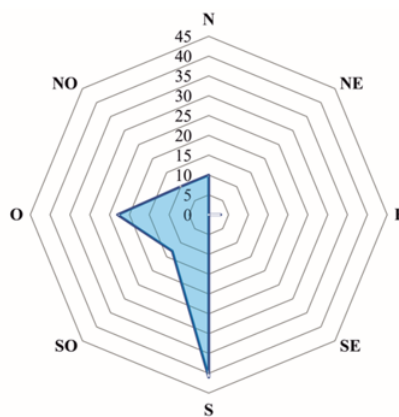


Figura 6: Gráfico radial en que se representa proporcionalmente la dirección del viento ligada a sucesos diarios de precipitación.

Con carácter general, el régimen de precipitaciones en el suroeste de la península Ibérica está condicionado por la localización del anticiclón de las Azores en el Atlántico. Si este se estabiliza frente a las costas del sur de Portugal (situación de verano) provoca un efecto de pantalla que limita el acceso de aire marítimo húmedo y seco; sin embargo, si el anticiclón se desplaza hacia el norte, permite la entrada de borrascas del sur y del oeste dando lugar a lluvias en el área de estudio. Esta situación sinóptica justifica la ocurrencia mayoritaria de lluvias debidas a los frentes oceánicos como recoge la figura 6.

4.4. Inundaciones

Como complemento de la información meteorológica del apartado anterior, distintos documentos de la época exponen las inundaciones del río Guadalquivir, consecuencia de precipitaciones prolongadas y/o intensas, y narran sus impactos ambientales, urbanos y sociales (García-Barrón et al., 2023). Muestra de la variabilidad pluviométrica de Sevilla es que en los años anteriores a periodo de estudio se produjeron inundaciones, previas a la secuencia 1778-1782 relativamente seca. Según narra Borja Palomo: “*Empezó 1777 con abundantísima lluvia, las que repetidas, produjeron la ordinaria inundación en los barrios de la ciudad y pueblos inmediatos*”, “*... en diciembre arreciaron los temporales y, al terminar, estaban inundados a consecuencia de la avenida del Guadalquivir los barrios de ... y muchos lugares circunvecinos que clamaban por socorro*”. En el artículo citado (García-Barrón et al., 2023) se le asigna baja peligrosidad (I).

En el “*Compendio de la historia de la epidemia de calenturas benignas experimentada en Sevilla en el año de 1784*”, Nieto de Piña tras la relación del número de días de lluvia en el segundo semestre de 1783, introduce el comentario: “*Desde el día 26 a 27 de diciembre de 83 comenzó el río Guadalquivir a crecer notablemente y fue continuado hasta que en el último de dicho y el primero de enero del 84 llegó a hacerse muy temible su creciente y poner en gran cuidado y aflicción a Sevilla y sus arrabales*”. Este texto se corrobora en un extenso capítulo de la Historia Crítica de las Riadas (Borja Palomo, 1878) dedicado a la inundación de los años 1783 y 1784, donde refleja, entre otros escritos, el relato extractado de las “*Memorias para la historia de Sevilla*” (J. Matute, 1886): “*Empezó a llover en el último tercio del mes de diciembre, y arreciando en los días de Pascua, salió el río de sus márgenes dificultando el veintisiete el paso al barrio de Triana. Ya el 28 quedó cortado por completo y el puente dividido a causa de la extraordinaria creciente de las aguas que se extendieron por toda la Ribera*”... “*la noche del 30, el puente, rota sus amarras y cadenas con formidable estruendo, escapó del sitio en que estaba sujeto*”. A continuación, se describen los daños ocasionados en distintos barrios en días sucesivos: “*reventó el husillo de la calle de la Laguna, ... entró una cantidad inmensa de agua del río que inundó muchos parages... tuvieron asimismo que abandonar en su mayoría sus humildes albergues... y estaban a punto de perecer ahogados... inundada la mayor parte de la ciudad por la mucha agua llovediza, ... sentidas las murallas en algunas de sus partes... el empuje que hacía el río sobre la muralla la quebrantó en algunos puntos débiles trascolándose el agua, ... Si tal era la situación de la ciudad por intra-muros puede calcularse cuál serían en los arrabales...*”. Continúa con los perjuicios causados en distintos barrios con especial detalle en conventos, hospitales y almacenes. Por fin, “*en el día sábado 3 de enero quiso la piedad divina conceder algún alivio a tanta angustia*”. El compendio de la inundación lo obtenemos de la propia crónica: “*...había llegado el Guadalquivir a su mayor altura que conservó durante 72 horas. En algunas relaciones se afirman que subió sobre sus márgenes más de ocho varas sobre su nivel porque no sería necesario menos para haberse extendido cómo se extendió*”. Parece excesivo ya que la longitud de la vara castellana equivale aproximadamente a 0.83 m por lo que, según esta fuente, la altura estimada del agua podría alcanzar 6.5 m de altura. A pesar de la importancia de los daños descritos, en el artículo citado (García-Barrón et al., 2023) se le asigna índice II de peligrosidad, al no alcanzar nivel catastrófico generalizado.

En 1786 nuevamente se producen inundaciones del río, aunque afecta sólo a zonas muy localizadas y/o durante corta duración. Nieto de Piña refiere: *riada que llegó la agua del río a subir por encima de los agujeros de los grandes postes que están a la entrada del puente; ... desde el día 6 de este mes [de marzo] hasta el 24 estuvo inundada la Alameda y todas las calles y casas inmediatas*. También el 5 de abril hubo riada con inundación interior de la ciudad especialmente en la Alameda. La Alameda de Hércules es un paseo intramuros que se crea (1574) al desecar y urbanizar una antigua laguna fluvial. Borja Palomo cita desbordamientos menores que provocaron la decisión de taponamiento de husillos de desagüe (para que, a la inversa, el agua no penetrase en la ciudad), o encharcamientos en la vega con grandes pérdidas de sementeras. Como ejemplo, podemos comparar la redacción correspondiente al día 5 de marzo en ambos escritos: “*agua muy copiosa, en la tarde con viento Recio, en la noche lo mismo con tormenta*” (Nieto de Piña); “*Reprodujéronse las lluvias a principio de Marzo, y el día cinco tan terriblemente durante hora y media, que no pudiendo darle salida a los husillos, se anegó parte de la ciudad*” (B. Palomo). En el citado artículo (García-Barrón et al., 2021) se le asigna nivel de baja peligrosidad (I).

5. Conclusiones

La exposición del comportamiento de variables meteorológicas durante una serie de años de final del siglo XVIII presenta un interés en sí mismo, ya que este tipo de noticias eran excepcionales. Además, consideramos destacable la innovación que supuso para la climatología histórica el empleo sistemático de listados de variables a diferentes escalas, anual mensual o diaria. Metodológicamente sirve de tránsito entre las fuentes de la climatología tradicional, basadas en la descripción de los efectos adversos de sucesos extremos, y la meteorología actual de registros cotidianos de las medidas instrumentales. Este carácter de transición se refleja en que los documentos analizados en este artículo presentan información mixta en que se recogen tanto de datos numéricos objetivos (temperatura) como de niveles subjetivos -semicuantitativos- de percepción (precipitación). Por este motivo, también hemos incorporado de forma complementaria a la referencia descriptiva del impacto de las inundaciones, de especial relevancia en Sevilla. De los resultados obtenidos destacamos la irregularidad pluviométrica interanual (con periodo

inicial -1778 a 1782- seco seguido de otro progresivamente más húmedo, 1783-1786); y también irregularidad intraanual (con diferente distribución estacional); confirmado, a su vez, por las crónicas sobre inundaciones del río Guadalquivir. El análisis del régimen de viento confirma la preponderante aportación lluviosa de los frentes oceánicos en la región. Los anteriores resultados concuerdan con los obtenidos, en el suroeste de la península Ibérica durante esa época, dentro del mismo ámbito climático y geográfico que Sevilla. Los informes sobre el rendimiento agrícola en el Ducado de Feria (38°25'20''N; 6°24'55''W), basado en el comportamiento meteorológico a lo largo del año (Fernández-Fernández et al., 2014) confirman la similitud de comportamiento. También, en la región próxima del sur de Portugal (Evora: 38°34'10''N; 7°54'40''W) se describe un periodo seco a principios de la década de 1780 que incrementa progresivamente la precipitación anual hasta 1786 (Fragoso et al., 2015). Para contextualizar el comportamiento climático de los años analizados se ha incluido como material complementario (Apéndice I) la relación de las correspondientes variables a lo largo del siglo XX. Esto nos permite establecer la comparación entre ambos periodos temporales. Consideramos que, junto a otras investigaciones precedentes, el presente artículo contribuye a incrementar el conocimiento de las condiciones meteorológicas y sus impactos en el suroeste de la península Ibérica, previa a los registros instrumentales, así como a difundir el propio desarrollo histórico de la metodología climática.

6. Referencias bibliográficas

- Barriendos M, Rodrigo FS (2006): Study of historical flood events on Spanish rivers using documentary data. *Hydrological Sciences Journal*, 51: 765–783.
- Barriendos M (2007): Variabilidad climática en España a escala plurisecular. Reconstrucción a partir de fuentes documentales históricas. El cambio climático en Andalucía: tendencias y consecuencias ambientales (45-57) Sevilla. Junta de Andalucía.
- Barriendos M, Martín-Vide J (1998): Secular Climatic Oscillations as Indicated by Catastrophic Floods in the Spanish Mediterranean Coastal Area (14th–19th Centuries). *Climatic Change* 38: 473-491.
- Domínguez-Castro F, Vaquero JM, Rodrigo FS, Farrona AM, Gallego MC, García-Herrera R, Barriendos M, Sanchez-Lorenzo A (2013): Early Spanish meteorological records (1780–1850). *International Journal of Climatology*, 34: 593-603.
- Fernández-Fernández M, Gallego M, Domínguez-Castro F, Trigo R, García J, Vaquero J, González JM, Durán J., (2014): The climate in Zafra from 1750 to 1840: history and description of weather observations. *Climatic Change*, 126: 107-118. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1201-5>.
- Fragoso M, Marques D, Santos JA, Alcoforado MJ, Amorim I, García JC, Silva L, Nunes, M.F (2015): Climatic extremes in Portugal in the 1780s based on documentary and instrumental records. *Climate Research*, 66, pp. 141-159.
- García-Barrón L (1990): La Ciencia Física Española en la Ilustración. *Revista Española de Física*, 4 -2: 58-62.
- García-Barrón L (2001): Análisis de series termopluviométricas para la elaboración de modelos climáticos en el suroeste de España. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- García-Barrón L (2002): Explicación científica de los fenómenos meteorológicos en la Regia Sociedad durante el Siglo XVIII. *Revista Española de Física*, 16 – 4: 44-55.
- García-Barrón L, Aguilar M, Morales J, Sousa A (2023): Classification of the flood severity of the Guadalquivir River in the Southwest of the Iberian Peninsula during the 13th to 19th centuries. *Atmósfera*, 34(3): 401-437.
- García-Barrón L, Aguilar M, Sousa A (2011): Evolution of annual rainfall irregularity in the Southwest of the Iberian Peninsula. *Theoretical and Applied Climatology*, 103: 13-26. DOI: 10.1007/s00704-013-0855-7.
- García-Barrón L, García-Cuadri R, García-Cuadri L (2022): Condicionantes urbanos de Sevilla (España) frente a extremos meteorológicos. Siglo XVI. *Revista de Climatología*, 22: 35-50. ISSN 1578-8768.
- García-Barrón L, Morales J, Sousa A (2013): Characterisation of the intra-annual rainfall and its evolution (1837-2010) in the Southwest of the Iberian Peninsula. *Theoretical and Applied Climatology*, 114: 445-457. DOI: 10.1007/s00704-013-0855-7.

- Hermosilla A. (1971): Cien años de medicina sevillana. Publ. Diputación. Sevilla Luterbacher J, Newfield TP, Xoplaki E, Nowatzki E, Luther N, Zhang M, Khelifi N. (2020): Past pandemics and climate variability across the Mediterranean. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 5: 1-10.
- Matute J. (1886): Noticias relativas a la historia de Sevilla, Sevilla, Enrique Rasco, Morbidelli R, García-Marín AP, Al Mamun A, Atiqur RM, Ayuso-Muñoz JL.
- Taouti, MB, Baranowski P, Bellocchi G, Sangüesa-Pool C et al. (2020): The history of rainfall data time-resolution in a wide variety of geographical areas. *Journal of Hydrology*, 590: 125258.
- Palomo F. B. (1878): Historia crítica de las riadas o grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla: desde su reconquista hasta nuestros días. Francisco Álvarez y Compañía, Seville, Spain.
- Rodrigo FS (2007): El clima en Andalucía a través de los registros históricos. En: El cambio climático en Andalucía: tendencias y consecuencias ambientales. Junta de Andalucía: 25-41.
- Rodrigo FS (2016): Afecciones meteorológicas: medicina y meteorología en Andalucía, 1754-1852. *OHM Obradoiro de Historia Moderna*: 25, 95-113. ISSN: 1133-0481.
- Rodrigo FS (2017): Variabilidad climática e inundaciones en Sevilla en la década de 1780 a partir de fuentes documentales. *SÉMATA, Ciencias Sociais e Humanidades*, 29: 165-183.
- Rodrigo FS (2018): A review of the Little Ice Age in Andalusia (Southern Spain): results and research challenges. *Geographical Research Letters* 44: 245-265. DOI: <http://doi.org/10.18172/cig.3316>
- Sousa A, García-Murillo P (2003): Changes in the wetlands of Andalusia (Doñana Natural Park, SW Spain) at the end of the Little Ice Age. *Climatic Change*, 58(1-2): 193-217.
- Sousa A, García-Barrón L, Morales J, Garcia-Murillo P (2006): Post-Little Ice Age warming and desiccation of the continental wetlands of the aeolian sheet in the Huelva region (SW Spain). *Limnetica* 25:57-70.
- A, García-Murillo P, Sahin S, Morales J, García-Barrón L. (2009): Anthropogenic and natural effects on the coastal lagoons in the Southwest of Spain (Doñana Natural Park). *ICES Journal of Marine Science*, 66:1508-1514. DOI: 10.1093/icesjms/fsp106 Sousa.
- Sousa A, Morales J, García-Barrón L, Garcia-Murillo P (2013): Changes in the *Erica ciliaris* loefl. ex l. peat bogs of Southwestern Europe from the 17th to the 20th centuries. *The Holocene*, 23: 255-269. DOI:10.1177/0959683612455545.
- Sousa A, García-Barrón, L, García-Murillo P, Vetter M, Morales J (2015): The use of changes in small coastal Atlantic brooks in southwestern Europe as indicators of anthropogenic and climatic impacts over the last 400 years. *Journal of Paleolimnology*. 53: 73-88. 10.1007/s10933-014-9809-z