

LA RELACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES Y SEQUÍAS CON LAS AVENIDAS FLUVIALES EN LOS AGROBIOSISTEMAS DEL CONJUNTO JARAMA - TAJO AL FINAL DEL SIGLO XVI

Teresa BULLÓN MATA

Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid. España,
teresa.bullon@uam.es

RESUMEN

Se presentan los resultados de una reconstrucción histórica realizada a partir de fuentes documentales de las precipitaciones y avenidas fluviales así como de la interacción con los agrobiosistemas, en los últimos cincuenta años del siglo XVI. Se utilizan datos cualitativos obtenidos de diversas fuentes documentales referentes a los temporales de precipitación, a las sequías y a las avenidas de los ríos, que se han valorado mediante la traducción cuantitativa de los mismos a índices numéricos.

Palabras clave: Climatología Histórica, Hidrología Histórica, España central, Avenidas fluviales.

ABSTRACT

In this work the results of a study are presented on the relation between the variability of precipitations, floods and agrobiosystems by means of the consultation of documentary sources. They are analyzed in temporary annual scale the last fifty years of the 16th century. To homogenize and to give meaning to the compiled information numerical indexes have been established. The results are analyzed by means of the evolution to short and long term in each of the obtained series and the relations among them.

Key words: Historical Climatology, Historical Hydrology, Fluvial basins. Central Spain. Agrobiosystems

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan los resultados de una reconstrucción histórica realizada a partir de fuentes documentales de las precipitaciones sequías, avenidas fluviales y agrobiosistemas en los últimos cincuenta años del siglo XVI. El área de trabajo es el sector de las cuencas de los ríos Jarama y Tajo comprendido en la Comunidad Autónoma de Madrid. Con ello se pretende mejorar el conocimiento de las condiciones climáticas y su influencia en el medio natural que existían en la segunda mitad del siglo XVI. Los datos que se aportan informan sobre un tipo de explotación del territorio que es propio de márgenes fluviales caracterizadas por la inundación periódica de las riberas y la movilidad del cauce dentro de la llanura de inundación.

En trabajos anteriores se comprobó la gran variabilidad de las temperaturas invernales que hubo durante los años indicados y el modo en que estas condiciones invernales influían en la evolución de las masas forestales (Bullón, 2006, 2008a y 2008b). Esta comunicación, que se centra en el análisis de las condiciones hídricas a través del estudio de las relaciones entre precipitaciones, sequías y avenidas fluviales, pretende definir los rasgos hidrometeorológicos

característicos de este período y concretar su repercusión en la dinámica del sistema fluvial Tajo-Jarama.

El análisis que se ha efectuado se basa en la información recogida sobre acontecimientos de interés meteorológico e hidrológico ocurridos en cualquier época del año, en el sector en el que se centra el trabajo. Aunque inicialmente la mayor parte de la información se ha recopilado por meses, las agrupaciones estacionales o anuales son las que se emplean preferentemente.

La reconstrucción histórica que se ha efectuado se ha podido realizar debido a la abundancia de información documental que existe sobre el área de trabajo seleccionada. La parte más sólida de la información procede de los documentos de la administración de las casas reales del Escorial, Aranjuez y Aceca. A ello se añaden los datos referentes al soto del Piul, situado en la ribera del Jarama, que era administrado por el Monasterio de San Lorenzo del Escorial y los de algunas entidades municipales, en lo que se refiere a incidencias sobre los puentes y otras construcciones que existían en el río. Los archivos utilizados son el Archivo General de Palacio, el Archivo General de Simancas, Biblioteca del Real Monasterio de San Lorenzo de El Escorial y los Archivos municipales de las villas de Madrid y Torrelaguna (*).

Se trata de una documentación prolija y heterogénea, en la que los datos utilizables se han seleccionado entre un conjunto de muy diverso contenido. En la mayoría de los casos los documentos son informes o memoriales de secretarios, expertos o funcionarios que se refieren a aspectos de la gestión territorial del área de estudio, que contienen comentarios sobre las incidencias naturales y humanas que necesitan ser corregidas o controladas. Asimismo, muchos de los datos han sido extraídos de actas municipales o monacales, que a pesar de ser particularmente parcas en la explicación de aspectos referentes a fenómenos naturales, aportan gran seguridad a la información cuando se refieren a ellos. En el conjunto de datos abundan las informaciones coincidentes y complementarias de un mismo fenómeno o situación, lo que avala la veracidad de los fenómenos descritos.

2. MÉTODOS DE TRABAJO

Este trabajo consiste básicamente en la obtención del significado climático e hidrológico de los datos documentales y se realiza en tres fases: interpretación de la información cualitativa, cuantificación de los datos y análisis de los mismos mediante métodos estadísticos o cualitativos.

Los objetivos propuestos son: 1º Definir las fases de precipitación, sequías y avenidas que existen, con el fin de completar las características principales de la evolución climática del final del siglo XVI. 2º Comprobar el modo según el que las variaciones anuales o estacionales de la precipitación y sequía afectaron al funcionamiento del complejo natural y humano organizado en torno a la dinámica fluvial del río Jarama.

2.1. La interpretación de los datos documentales

La información directa obtenida de las diferentes fuentes consultadas se ha realizado mediante la lectura de los datos recogidos sobre los textos originales literales. La interpretación de los datos recogidos depende de dos aspectos principales: 1º La asignación de la fecha de ocurrencia, pues, aunque habitualmente los documentos están fechados con día, mes y año, los acontecimientos explicados en ellos pueden referirse a hechos acaecidos en distintas secuencias temporales. Estas pueden consistir en la descripción de algo que acaba de suceder o está sucediendo, en la constatación de lo que ha ocurrido anteriormente, como un mes o una

estación o en un resumen más o menos escueto de lo sucedido en un período de tiempo más largo, que forma parte de una información emitida en fechas muy posteriores. 2º Tipo de dato obtenido, que puede ser directo, en el que se describe explícitamente un acontecimiento meteorológico o de avenidas fluviales, a veces con indicación de los daños o consecuencias objetivas de ello, o indirecto, a partir del que se tienen los daños o beneficios asociados, sin alusión directa al fenómeno que lo produjo. El significado de los datos indirectos se ha reconstruido a partir de referencias cruzadas con otros datos o fuentes de información. En general se ha seguido el mismo procedimiento de identificación y valoración de datos que se establece en Bullón (2006, 2008).

En la estimación de las sequías y precipitaciones se han tenido en cuenta como datos indirectos el estado de las cosechas, el grado de desarrollo de la hierba y la capacidad de ésta para alimentar al ganado, así como la abundancia y salud de la caza mayor y menor. En la estimación de las avenidas se han considerado fundamentalmente los daños en los puentes, las roturas y deterioros de las presas, canales o acequias del Jarama y Tajo y las eventualidades del transporte de las maderadas contratadas para las casas reales, que desde la Serranía de Cuenca bajaban por el Tajo hasta a Aranjuez. Asimismo, el conjunto de datos se ha enriquecido notablemente con las descripciones de los continuos problemas que ocasionaban los frágiles puentes o las barcazas con las que se cruzaba el río Jarama.

2.2. Transformación de los datos en índices numéricos

Para homogeneizar y dar significado conjunto a unos datos muy dispersos en origen se han establecido índices numéricos, que permiten realizar operaciones estadísticas. La transformación en valores numéricos de los datos cualitativos es habitual en los trabajos de climatología histórica: Martín Vide y Barriendos (1995), Barriendos y Coeur (2004); Llasat et al., (2004) Brázdil et al. (2010). Las normas que se han seguido responden a estos procedimientos, aunque se han adaptado a las peculiaridades de los datos utilizados.

El análisis se efectúa a través del examen por separado de los datos que se refieren a los episodios de precipitación que se producen, a las sequías y a las avenidas de los ríos. Con cada uno de ellos se han construido series de intensidad de precipitaciones, de sequías y avenidas por mes, estación y año.

Los datos cualitativos se convierten en valores numéricos a través de índices de intensidad / duración para precipitaciones y de intensidad/ magnitud para avenidas, que se elaboran en tres fases. En la primera de ellas cada hecho concreto, que forma parte de una de las series referidas, es valorado según su intensidad con el siguiente rango: 1= acontecimiento de poca intensidad; 2= intensidad moderada, 3= intensidad muy importante, y la duración, para precipitaciones o sequías y la importancia hidrológica del cauce afectado, para avenidas. La duración se define mediante las categorías: 1= uno o dos días, 2= una o varias semanas, 3= una estación o período largo de tiempo. La magnitud del tramo fluvial afectado se valora: 1= tramos de cabecera 2= tramos medios 3= tramos regionales. Posteriormente, en la segunda fase estos valores numéricos son agrupados por meses. El valor de cada mes es el resultado de la suma del 70% del promedio de intensidad de todos los datos recogidos en ese mes y el 30% del promedio de duración o magnitud de los sucesos contabilizados. Estos índices, que están basados en los procedimientos utilizados habitualmente en investigaciones de climatología histórica para la transformación cuantitativos de datos cualitativos, han sido diseñados específicamente para el este caso y han sido realizados a partir de la adaptación y depuración de los empleados en anteriores trabajos (Bullón, 2006, 2008a y 2008b). Con ellos se consigue fundir toda la riqueza de información que proporcionan los documentos consultados con los

análisis y comprobaciones de aspectos geomorfológicos, biogeográficos y de usos del suelo, que se han realizado a partir de estudios de terreno, análisis cartográficos y fotos aéreas.

2.3. Análisis estadístico de los datos

Los resultados se analizan estadísticamente teniendo en cuenta cada una de las series obtenidas y las relaciones entre ellas. En el análisis estacional se consideran los datos anuales y los estacionales, especialmente los que se refieren a la primavera. La importancia de la variabilidad temporal se mide mediante las desviaciones respecto al valor normal de las series y a través del análisis del parámetro de pendiente de una regresión lineal simple frente al tiempo. Para la comparación entre series se establecen índices de correlación paramétricos y no paramétricos y regresiones lineales con una significación $\geq 95\%$. Se utiliza el test Mann-Kendall (Sneyers, 1975) para el análisis secuencial de las series de especial interés.

3. DINÁMICA FLUVIAL DEL JARAMA-TAJO SEGÚN LAS FUENTES DE INFORMACIÓN UTILIZADAS

Las crecidas habituales son uno de los rasgos más importancia de la dinámica fluvial del sistema Jarama – Tajo en las proximidades de Aranjuez y constituyen el principal motor de funcionamiento del sistema agrobiológico de explotación del territorio. Estas crecidas suelen ocurrir dos veces cada año, una en invierno, *cuando hay nieve en la sierra*, que parecen ser las de mayor caudal, y otra en primavera, en los meses de marzo-abril. A través de estas crecidas las márgenes del río *se bañan* y adquieren la humedad necesaria para el buen rendimiento de los cultivos, así como para la germinación y el crecimiento vegetal. La permanencia de aguas altas no es mucha, especialmente en la creciente de primavera, aunque hay años en los que las aguas *se detienen* más de lo habitual, lo que provoca el retraso de toda la producción. El empapamiento de la tierra permite resistir los períodos de sequía con menores inconvenientes que las tierras de secano, aunque hay situaciones extremas como las ocurridas en la primavera 1593, año en el que existe una falta extrema de agua en la tierra.

Las numerosas intervenciones en los cauces que se realizan sirven para mejorar la acción de las avenidas y controlarlas en los lugares donde es necesario. Los canales, presas y estacadas y las plantaciones de árboles de ribera, como fresnos, chopos y álamos se sitúan estratégicamente a lo largo del río, especialmente aguas abajo de la confluencia Jarama - Manzanares. Todas estas construcciones están diseñadas para guiar y aprovechar mejor la dinámica de las aguas y evitar algunos de sus inconvenientes, como el arrastre de tierras o la invasión de los sotos de mayor aprovechamiento. Las roturas, arrancamientos de la vegetación y los deterioros en las orillas son constantes y la reparación de las obras ya efectuadas se asume como algo necesario, que no puede ni debe ser evitado.

Las crecidas extraordinarias pueden producir efectos perjudiciales, aunque en la valoración posterior el efecto beneficioso de la inundación de las tierras atenúa el balance final de daños. En los documentos consultados se diferencian varios tipos de crecidas: Las que ocurren a consecuencia de períodos continuados de precipitación intensa, que producen importantes y progresivas elevaciones del nivel del río, como en 1556-57, 1586-87, 1593-94 y 1595-96, y las que son provocadas por precipitaciones cortas e intensas, que dan aumentos súbitos del caudal de agua, propias de los meses estivales. Las variedades de éstas últimas oscilan desde las que responden de inmediato a una precipitación local intensa: *un aguaducho que sobrevino.... que bajó los valles y llevó mucha parte de la acequia que estaba hecha...* septiembre 1579. (Archivo General de Simancas, Casas y Sitios Reales (AGS Cy SR), legajo 254), a la creciente que se presenta inesperadamente, no habiendo llovido nada in situ o

habiendo llovido mucho menos de lo que indica el volumen de agua que desciende. La más interesante de todas, por el efecto súbito y diferencias en el estilo de movimiento del cauce y la carga sedimentaria es la producida en 1570: *aquí había llovido mucho el jueves y había crecido el Tajo aquel día y bien se entendió que no podía ser la creciente de lo que el dicho jueves había llovido, aunque fue harto, por venir tan presto...El agua venía tan turbia y tan mala que echó fuera pesca muerta. Vinieron muchas ovejas ahogadas el río abajo y algunas bestias y puercos y madera de pino.* 4 de julio de 1570(AGS Cy SR legajo 253).

Los núcleos de población situados en las proximidades del río aprecian más los inconvenientes que las ventajas de esta cambiante dinámica fluvial por el deterioro constante de los puentes o barcas, como las de Arganda y Vaciamadrid, que han de reconstruirse con frecuencia.

Otras actividades que pueden ser afectadas negativamente por la variabilidad de crecidas es el transporte de las maderadas por el río Tajo de los troncos de pino cortados en los bosques de la Serranía de Cuenca La realización de estos transportes está sujeta a los mas variados problemas, causados tanto por aguas excesivamente bajas, como en 1593, cuando no es posible mover los troncos por el río, como por crecientes de gran volumen que los pierden, como en 1587: *después de haber desbaratado la creciente de los días pasados que la dejó repartida por muchas partes y teniendo sacadas y puestas a recaudo tres mil piezas en Bolarque y en Yebra, ayer mañana otra mayor rompió la sierra que estaba hecha en la presa de Yllana y llevó las tres mil piezas, de las cuales han llegado a la presa de Sotomayor como doscientas.* 14 de diciembre de 1586 ((AGS C y SR legajo 254).

La capacidad de migración del canal habitual en la llanura aluvial es muy elevada. Los frecuentes *cambios de madre* generan una gran incertidumbre sobre la determinación si el canal ha sido definitivamente abandonado o volverá a ser ocupado por el río y sobre el uso que se debe dar a los tramos de cauce abandonados, que presentan un problema muy importante de propiedad.

4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos sobre sequías son el 42% del total, las precipitaciones el 31 % y las avenidas el 27%. La distribución por estación de las más de 452 informaciones utilizadas para la transformación cuantitativa está muy próxima al orden temporal con la que se producen los acontecimientos hidro-meteorológicos en este sector geográfico, pues en el otoño y la primavera ocurren los máximos de precipitación y avenidas y en verano los de sequías.

Los estadísticos descriptivos de las series, tabla 1, muestran valores dentro de la normalidad. Particularmente los valores de asimetría y curtosis son < 2 , lo que asegura la robustez del tratamiento de los datos con métodos paramétricos.

	Sequías	Precipitaciones	Avenidas
Promedio	3,61384	3,63	3,8174
Des estándar	4,25397	3,3515	4,12288
Asimetría	1,22533	0,78929	1,1967
Curtosis	0,96042	-0,4343	1,15323

Tabla 1: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS SERIES ANALIZADAS

Las precipitaciones normalizadas tienen máximos, con desviaciones que superan 1,5 desviaciones del valor normal en 1551, 1556-58, 1572 y 1585-87 y mínimo, con desviaciones inferiores a -1 en 1574, 1584, 1588-89, 1592 y 1598-99. La serie se ha reducido a los años en los que hay más cantidad de información (1564-1599) y se ha suavizado mediante medias móviles de 5 períodos. El resultado indica que existen varios grupos de intensidad/duración de precipitaciones situados por encima y debajo del valor normal. El grupo positivo más importante, con desviaciones medias máximas de 0,8 a 1, se desarrolla entre 1570 y 1576, el segundo, que no supera las 0.6 desviaciones positivas, ocurre entre 1585 y 1591. Entre los grupos negativos, el de 1577-84 tiene un valor extremo en 1584, con -0,4 desviaciones, pero es en conjunto menos intenso que el de 1592-1599, en el que 5 años tienen valores inferiores a -2 puntos del valor normal.

En la organización de las sequías hay una situación inversa. En el conjunto, la intensidad de las sequías aumenta desde el principio al final de la serie. La serie de avenidas muestra que entre 1564 y 1574 hay un aumento de las avenidas, entre 1575 y 1590 una disminución importante de las mismas, ya que quedan debajo del valor normal y entre 1591 y 1599 superan con 1.5 desviaciones el valor normal.

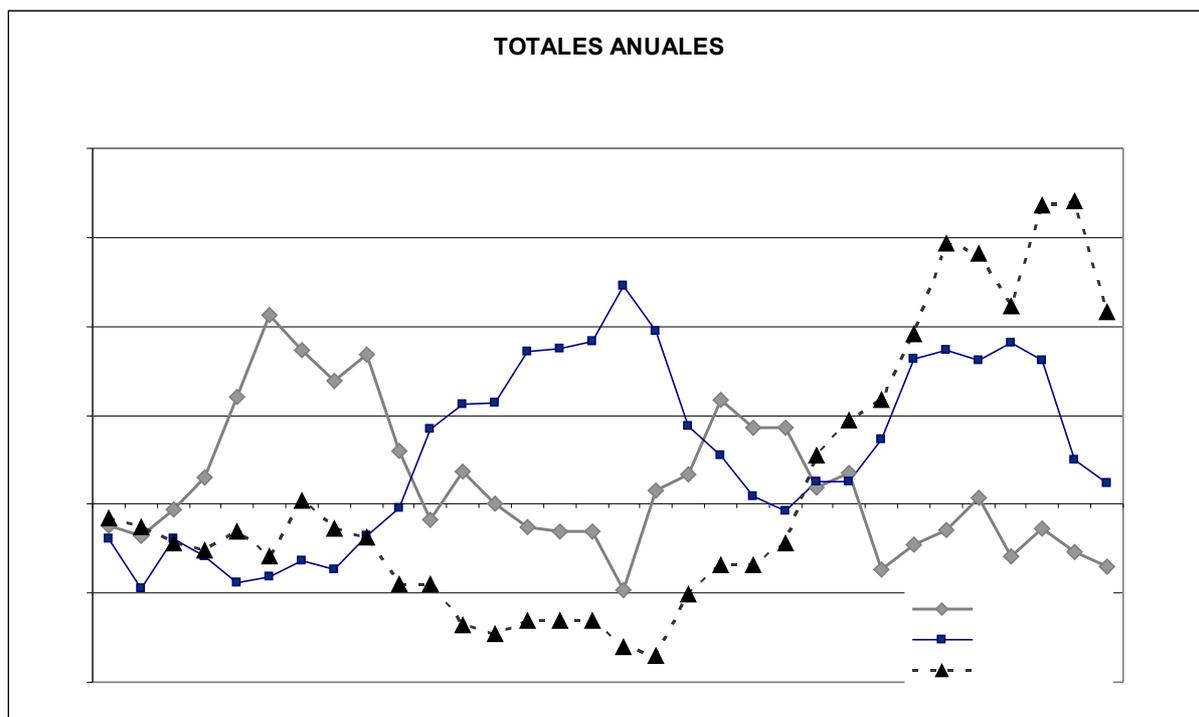


Figura 1. Totales anuales de las series de precipitación, sequías y avenidas. Media móvil 5 per.

Si la distribución de las precipitaciones y sequías es antagónica, las avenidas no parecen concordar completamente con las series anteriores (Figura 1). Las que se producen entre 1564-1574 coinciden con grupos de años en los que se da máxima intensidad de precipitaciones y mínima de sequías; las escasas y poco importantes avenidas de 1575-1590 coinciden con menor intensidad de precipitaciones y mayor de sequías; pero las importantes avenidas de 1591-1599 se producen en un contexto general de destacadas sequías y escasez de precipitaciones. Los datos correspondientes a la primavera marcan mucho más los contrastes y no contradicen sino que refuerzan la aparentemente paradójica relación entre las series, especialmente en la última década analizada (Figura 2).

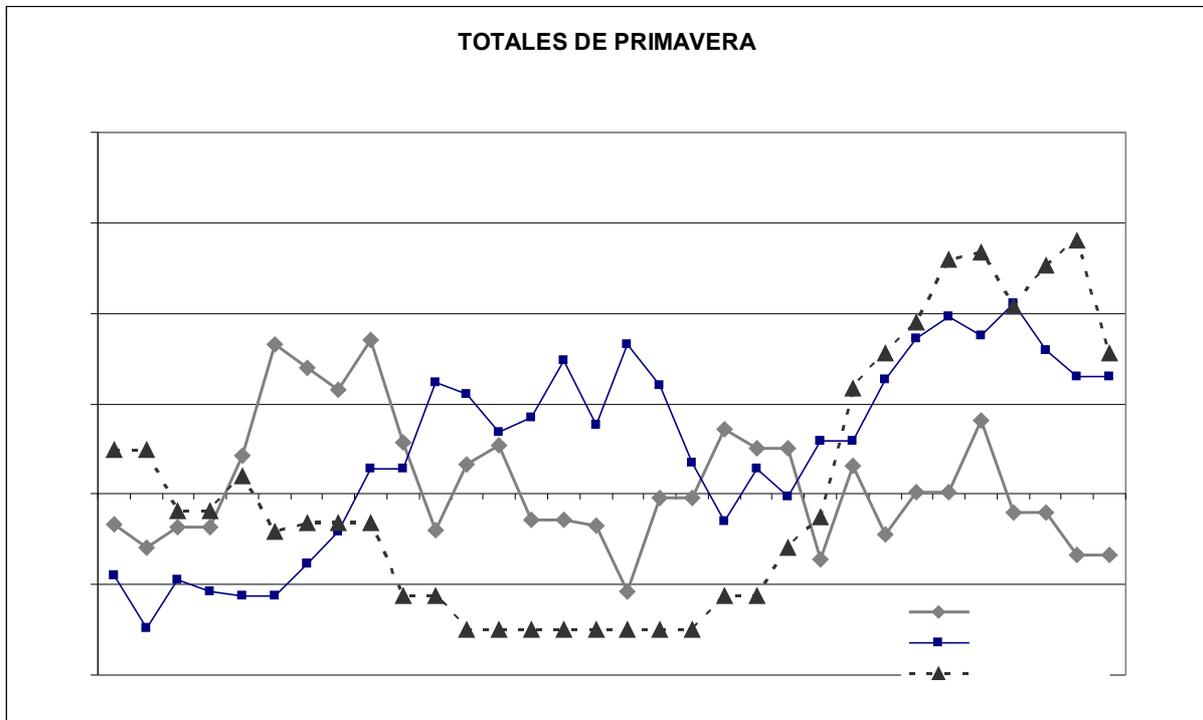


Figura 2. Totales de primavera de las series de precipitación, sequías y avenidas. Media móvil 5 per.

Los índices de Pearson, Kendall y Spearman frente al tiempo de todas estas series tienen correlaciones positivas en sequías y avenidas y negativas en precipitaciones (Tabla 2). La importancia de la tendencias es escasa, ya que los parámetros de pendiente de las regresiones lineales de estas series tienen inclinaciones muy poco acentuadas. (Tabla 3).

Serie	Pearson	sig	Kendall	sig	Spearman	sig
Seq tot	0.58	0.00	0.46	0.01	0.57	0.00
Seq prim	0.79	0.00	0.58	0.00	0.77	0.00
Pret tot	-0.43	0.01	-0.31	0.01	-0.44	0.01
preprim	-0.26	0.14	-0.13	0.27	-0.17	0.34
Ave tot	0.67	0.00	0.30	0.01	0.47	0.00
Ave prim	0.51	0.00	0.22	0.07	0.39	0.02

Tabla 2. VALORES NORMALIZADOS MOVILES 5 PER 1568-1599

Asimismo, las ecuaciones lineales establecidas entre precipitaciones, sequías y avenidas muestran correlaciones inversas elevadas, con pendientes de regresión moderadamente inclinadas.

Variabes	R2	pendiente	error	sig
Sequía anual/ Tiempo	0.338	0.031	0.008	0.00
Precipitación anual / Tiempo	0.189	-0.018	0.007	0.01
Avenidas anuales / Tiempo	0.459	0.056	0.011	0.00
Precipitaciones / Sequías anuales	0.387	-0.797	0.183	0.00
Sequías / Avenidas anuales	0.744	-0.567	0.73	0.00
Sequías / Avenidas primavera	0.708	-0.615	0.86	0.00

TABLA 3. PARÁMETROS DE LAS REGRESIONES LINEALES

El test secuencial de Kendall, confirma la existencia de una tendencia negativa en las precipitaciones de primavera y señala un grupo de años de comportamiento diferente entre 1570 y 1584, que corresponde a la fase central de sequía. La serie de avenidas señala un período central entre 1577 y 1591, contenido entre las divergencias de las series normal y retrógrada, que separa los dos grupos de años de abundancia de las mismas, el primero entre 1553 y 1576, el segundo entre 1591 y 1599. (Figuras 4 y 5).

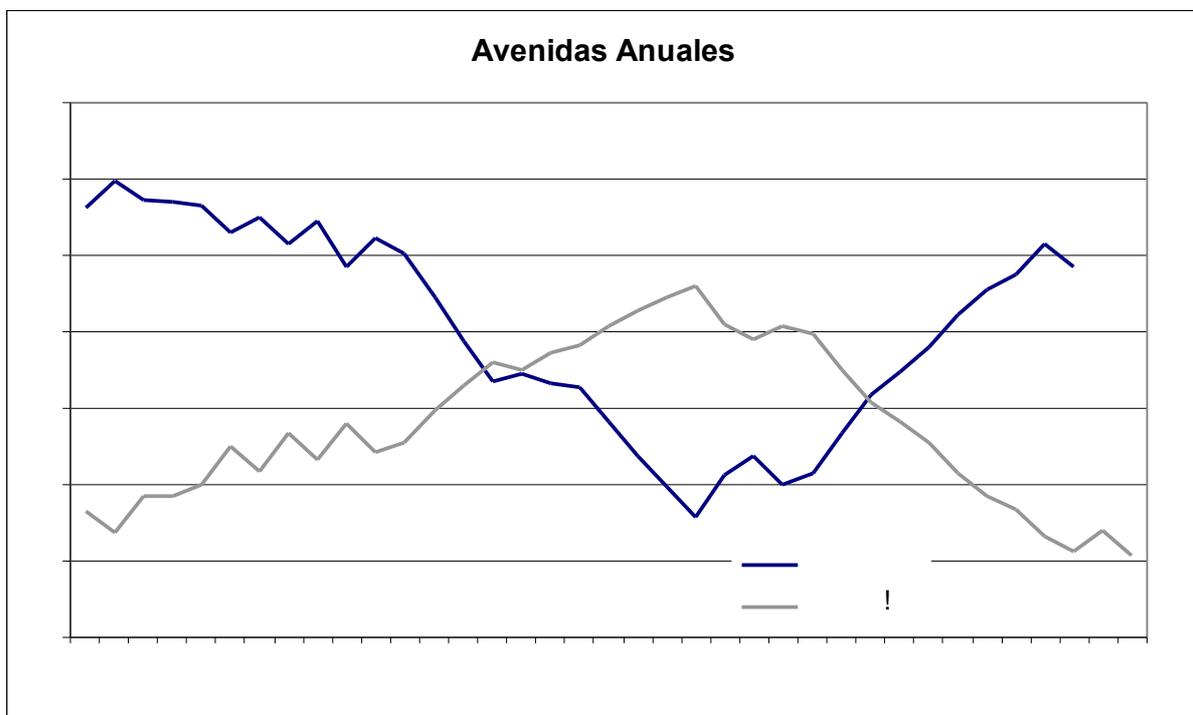


Figura 3. Test secuencial Mann-Kendall de precipitaciones de primavera

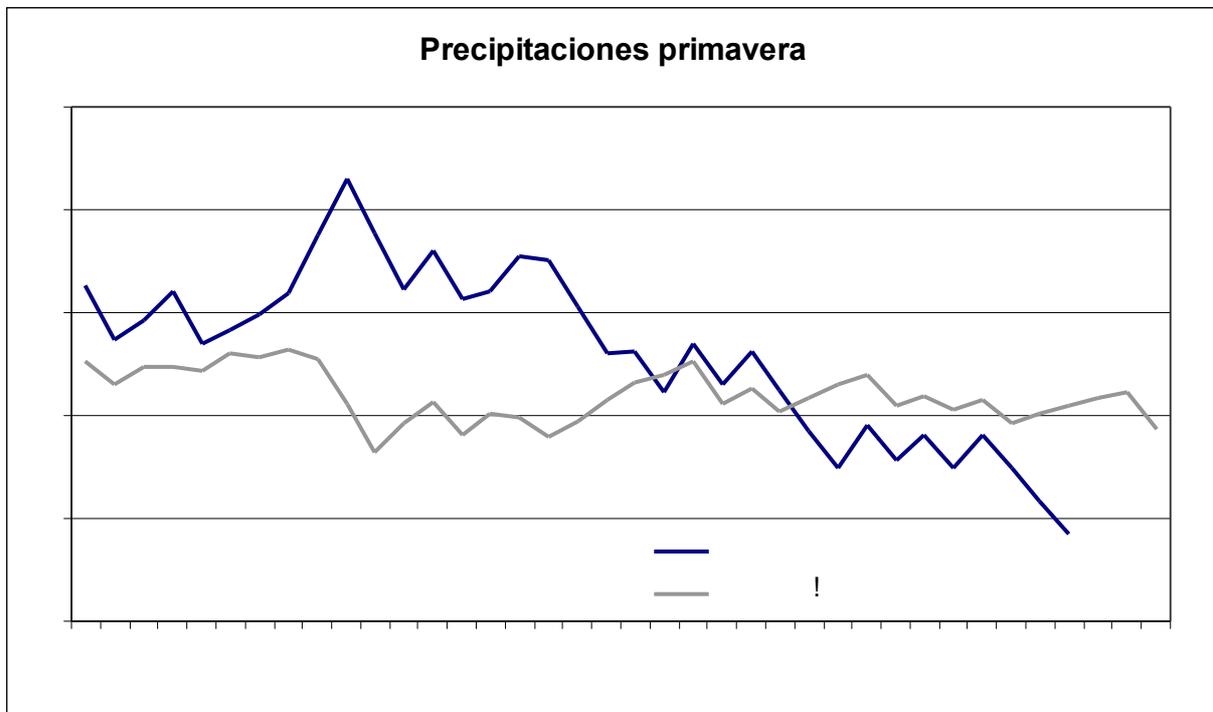


Figura 4. Test secuencial de avenidas anuales

4. INTERPRETACIÓN

Los datos cuantitativos de las tres series anuales muestran una secuencia de precipitaciones, sequías y avenidas muy bien definida. La intensidad de las precipitaciones se reduce de modo muy importante desde la mitad de la década de los 70 y aunque hay una corta recuperación de las mismas entre 1585 y 1587, vuelven a retraerse en la década de los 90. El período más riguroso de intensidad de sequías coincide con el de menor ocurrencia de avenidas y está situado entre 1575 y 1584.

La combinación de estas tres series en los años 90 indica que surgen unas condiciones hidrológicas diferentes a las que se han detectado en las décadas anteriores, pues se caracterizan por precipitaciones concentradas en algunos años, mientras que los demás tienen sequías muy intensas. La respuesta a estas precipitaciones son avenidas de gran volumen de caudal, que no solucionan el déficit de humedad de la vegetación y de las tierras cultivadas. La disminución de las precipitaciones es más intensa y prolongada en primavera, lo que tiene una evidente repercusión en las producciones agrícolas, ganaderas y forestales, que son dependientes de las precipitaciones producidas entre marzo y abril.

Con independencia de esta secuencia temporal los datos cualitativos indican que los sistemas de uso de la tierra absorben estos contrastes y se producen pocos cambios a largo plazo. En fases de sequía los suelos desarrollados sobre los sustratos arcillosos propios de la zona se

vuelven duros e improductivos, pero se regeneran con la llegada de nuevas lluvias. Las tierras situadas en las márgenes fluviales sufren deterioros temporales de la vegetación y erosiones o aluvionamientos, pero los daños causados por ellos pueden ser reparados o paliados. La fauna que habita las riberas, especialmente la caza menor, sufre daños continuos, pues se ahoga durante las avenidas fuertes y sucumbe durante las sequías por falta de hierba. No obstante, hay datos que indican deterioro de los conjuntos forestales y apertura de nuevas tierras para el cultivo en los lugares más alejados de los márgenes fluviales Jarama- Tajo, que podrían estar relacionados con la intensidad y duración de las sequías durante el período temporal analizado.

Las relaciones entre clima y avenidas históricas han sido también observadas en el nordeste peninsular por Martín Vide - Barriandos (1998), que definen una oscilación con mayor intensidad de avenidas entre 1570 y 1630, con máximo entre 1588 y 1596, lo que coincide con las conclusiones de este trabajo, a pesar de las diferencias de escala de aproximación y área geográfica de estudio. Asimismo, Benito et al. (2003) en su estudio sobre la cuenca del Tajo señalan la importancia de las crecidas de este río en la última década del siglo XVI. En estudios de mayor amplitud temporal y espacial (Glaser et al. 2020) se establece, por otra parte, un período de mayor intensidad de avenidas entre 1540 y 1600, con un pico máximo en 1570. Respecto a las sequías, las conclusiones de Domínguez Castro et al. (2008) con datos del área de Toledo, coinciden a grandes rasgos con las de este trabajo, ya que, a pesar de la longitud del filtro utilizado para definir la tendencia de largo plazo de las series, los grupos de mayor y menor intensidad de las sequías coinciden y sitúan en el año 1575 la frontera entre un primer grupo de años de menor intensidad de sequías y un segundo, hasta 1624, de intensidad mayor de las mismas.

5. CONCLUSIONES

Se diferencian tres conjuntos de años con significados hidrológicos diferentes debido a las combinaciones de las series analizadas de precipitaciones, sequías y avenidas. El primero, desde 1557 a 1573, de precipitaciones regulares distribuidas desde el otoño a la primavera, que provocan avenidas menores de lo que sugiere la intensidad de las precipitaciones, el segundo desde 1574 a 1584 de sequía muy intensa y avenidas escasas y el tercero desde 1585 a 1599 de sequías alternantes con precipitaciones fuertes y concentradas, que producen importantes avenidas. Las avenidas de primavera son las más importantes que las de otoño en este conjunto de años.

Los datos cualitativos y cuantitativos utilizados indican que la variabilidad con la que se suceden las precipitaciones, avenidas y sequías en el área analizada no produce efectos irreversibles en la evolución de los agrobiosistemas, aunque éstos acusan a corto plazo las consecuencias de situaciones extremas. En algunos casos se han detectado evoluciones en las masas forestales y apertura de nuevas tierras cuyo significado será determinado en trabajos posteriores.

Entre los estudios de climatología histórica que tratan de la evolución de las precipitaciones y sequías, esta comunicación aporta información de detalle de los últimos años del siglo XVI, que según este trabajo se caracterizan la variabilidad interanual y la especial interacción entre sequías y avenidas, que se manifiesta sobre todo en la década de los noventa.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALVAR, A., GARCÍA, E., ZOFIO, J.C., PRIETO, T., ZOZAYA, L. (2005): Clima, técnica y poderes. Madrid, 1561-1598. *Revista de Historia Moderna*, nº 23, 135-184.

BARRIENDOS, M. COEUR, D.(2004) : Flood data reconstruction in historical times from non instrumental sources in Spain and France. En BENITO, G. y THORNDYCRAFT: *Systemtic, Palaeoflood and Historical Data for the Improvement of Flood Risk Estimation*. CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales, 29-42.

BENITO, G, DíEZ-HERRERO, A. FERNÁNDEZ DE VILLALTA, M. (2003): “ Magnitude and frequency of flooding in the tagus basin (Central Spain) over the last millenium”. *Climatic Change*, 58: 171-192.

BRÁZDIL,R. DOVROVOLNY, P., LUTERBACHER, J., MOBERG, A., PFISTER, CH. WEELER, D. y ZORITA, E. (2010):”European climate of the past 500 years: new challenges for historical climatology”. *Climatic Change*.DOI 10.1007/s10584-009-9783-z.

BULLÓN, T. (2006): “Degradación de la naturaleza y crisis de nieve y hielo en la segunda mitad del siglo XVI”. *Ería*, 70, 129-148.

BULLÓN, T. (2008 a): “Winter temperatures in the second half of the sixteenth century in the central area of the Iberian Peninsula”. *Climate of the Past*, 4, 357-367.

BULLÓN T. (2008 b): “Evolución de las temperaturas invernales en la segunda mitad del Siglo XVI en un sector del Sistema Central Español”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 48,311-325.

DOMINGUEZ CASTRO, F., SANTISTEBAN, J., BARRIENDOS, M., MEDIAVILLA, R. (2008): “Reconstruction of drought episodes for central Spain from rogation ceremonias recorded at the Toledo Cathedral from 1506 to 1900: a Metodological approach”. *Global and Planetary Change*. 63,2-3, 230-242.

GLASER, R., RIEMANN, D, SCHÖNBEIN, J., BARRIENDOS, M., BRÁZDIL, R., BERTOLIN, C., CAMUFFO, D., DEUTSCH, M., DOBROVOLNÝ, P., VAN ENGELEN, A, ENZI, S., HALÍCKOVÁ, M., KOENIG, S., KOTYZA, O., LIMANOWKA, D., MACKOVÁ, J., SGHEDONI, M., MARTIN, B. HIMMELSBACH, I. (2010): “ The vaiability of european floods since AD 1500”. *Climatic Change*,101,1-2, 235-256.

LLASAT, M. C., BARRERA, A., BARRIENDOS, M. (2004): Analysis of climatic condition associated with historical floods. En: BENITO G Y. THORNDYCRAFT, V.R: *Systematic, Palaeoflood and Historical Data for the Improvement of Flood Risk Estimation*. CSIC. Centro de Ciencias Medioambientales, 85-93 pp.

LHERMITE, J.: *El Pasatiempos de Jean Lhermite. Memorias de un gentilhomme flamenco en la corte de Felipe II y Felipe III*. Bruselas , Bliibliotheca Regia. Impresión 2005.

MARTIN VIDE, J. y BARRIENDOS, M. (1998): “Secular climatic oscillations as indicated by catastrophic floods in the Spanish Mediterranean coastal area (14th-19th centuries)”. *Climatic Change* 38, 473-491.

(*) RELACIÓN DE ARCHIVOS Y DOCUMENTOS UTILIZADOS

Archivo General de Palacio. Administraciones Patrimoniales. Real Patronato de Aranjuez. Cajas 176, 181, 240, 265, 290. Real Patronato de San Lorenzo. Cajas 3, 6, 11. Libro de la congregación de la fábrica de San Lorenzo Leg. 1793.

Archivo General de Simancas. Casas y Sitios Reales. Legajos 247, 251-254, 258, 259, 281. Ayuntamiento de Madrid. Archivo de Villa. Sección 3ª, legajos 14, 15, 16. Acuerdos municipales, libros 22/23

Archivo Regional de la Comunidad de Madrid. Ayuntamiento de Torrelaguna. Libro 906650. Caja 14284/94.

Real Monasterio de San Lorenzo de El Escorial. Biblioteca. Libro de Actas Capitulares 1.