



# II Semana de Jóvenes Investigadores

del **IGME**

**AÑO de la**  
**CIENCIA**  
2007



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA



Instituto Geológico  
y Minero de España

# **II Semana de Jóvenes Investigadores del IGME**

Editores:

**David D. Bermúdez**

**María Najarro**

**Cecilio Quesada**

IGME  
Madrid, 2007

SEMANA DE JÓVENES INVESTIGADORES DEL IGME ( 2.2006. Madrid)

II Semana de jóvenes investigadores del IGME / D.D. Bermúdez, M. Najarro, C. Quesada, eds.- Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2007.

174 pgs; ils; 24 cm  
ISBN 978-84-7840-719-4

1. Investigación científica 2. Instituto Geológico y Minero de España  
3. Congreso I. Bermúdez, D.D., ed. II. Najarro, M., ed. III. Quesada, C., ed. IV. Instituto Geológico y Minero de España, ed.

0 891(460)

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o en cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información, sin el previo permiso escrito del autor y del editor

© Instituto Geológico y Minero de España  
Ríos Rosas, 23.  
28003 Madrid

NIPO: 657-07-032-8  
ISBN: 978-84-7840-719-4  
Depósito Legal: M-48083-2007

## Índice

Procedencia de los metasedimentos de la cuenca sin-orogénica de Pedroches (Mississippiense, SO del Macizo Ibérico): petrografía, geoquímica e isótopos de Nd . . . . .	11
M. Armendáriz, R. López-Guijarro, Ch. Pin, F. Bellido y C. Quesada	
Mineralizaciones de Sn y W asociadas al batolito de Jálama, Navasfrías (Salamanca), Sistema Central Español . . . . .	17
S. Barrios Sánchez y P. Florido	
Primeros datos paleontológicos del yacimiento del Cretácico Inferior Vega de Pas 1 (Cuenca Vasco-Cantábrica, Cantabria, España). . . . .	23
D.D. Bermúdez-Rochas, G. Delvene, J. Moratalla, J. Hernán y M. De la Fuente	
Aproximación del balance hídrico e identificación de prácticas agrícolas históricas en la cuenca de la Laguna de Fuente de Piedra (Málaga) . . . . .	29
P. Burdino, J. Heredia, A. García de Domingo, J. M. Ruiz	
Modelo geológico de los depósitos tipo IOCG (iron oxide-copper-gold) en la zona de Ossa Morena (sw de España) . . . . .	35
J. Carriedo Veci y F. Tornos Arroyo	
Propuesta de una nueva metodología específica de evaluación del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas por mercurio en el acuífero detrítico de la Plana de Castellón . . . . .	41
E. Díaz Losada, J. López Gutiérrez, O. García Menéndez y B. J. Ballesteros Navarro	
Estudio de la foto-reducción de Fe(III) en lagos mineros ácidos: corta de San Telmo (Huelva) . . . . .	49
M. Díez-Ercilla, E. López-Pamo, F. J. Sánchez-España, E. Santofimia	
Evolución de eventos climáticos extremos (inundaciones y sequías) para la zona central de la Península Ibérica desde el siglo XVI a partir del registro de rogativas e inundaciones históricas. . . . .	57
F. Domínguez-Castro, J.I. Santisteban, R. Mediavilla, M. Barriandos.	
Análisis de la evolución hidrodinámica del acuífero de Huéscar-Puebla (Granada). . . . .	65
F. Fernández-Chacón, J. C. Rubio-Campos y J. Benavente-Herrera	
Biomíneralizaciones de pirita-carbonatos mediadas por microorganismos extremófilos en el Golfo de Cádiz . . . . .	71
F. J. González, L. Somoza, L. M. Pinheiro, M. Ivanov, R. Lunar, J. Martínez-Frías, J. A. Martín Rubí, R. León, V. Díaz del Río	
Caracterización hidroquímica e identificación de procesos de salinización en el acuífero kárstico litoral de la depresión de Benisa (Alicante) . . . . .	83
Horacio L. Higuera García y Bruno J. Ballesteros Navarro	
Evolución tectónica Neoproterozoica de la Zonas Ossa Morena y Centro Ibérica. Aplicación del sistema isotópico Sm-Nd en rocas metasedimentarias . . . . .	89
López Guijarro, Rafael	

Metodología de caracterización hidrogeológica de acuíferos carbonáticos profundos como reserva estratégica de aguas subterráneas. Caso de estudio: el acuífero jurásico de El Maestrazgo (Castellón, España). . . . .	97
M. Marina	
Integración de datos geoquímicos en las reservas de Valdelacasa y Guadalupe . . . . .	105
S. Martínez Piedra, A. Bel-lan Ballester y J. Locutura Rupérez	
Factores que controlan la sedimentación en el humedal costero de Almenara: análisis geoquímico y estratigráfico. . . . .	109
J. F. Mediato, J. I. Santisteban, R. Mediavilla y C. J. Dabrio	
Identificación preliminar de impactos del uso intensivo del agua subterránea en el sureste español: Acuífero Serral-Salinas (Murcia-Alicante). . . . .	115
J. L. Molina y J. L. García Aróstegui	
Estudios de procesos de atenuación en aguas de mina en El Bierzo . . . . .	119
C. Moreno, O. Aduvire y E. Alberruche	
Evolución de la plataforma carbonatada de La Florida durante el rifting del Cretácico inferior (Aptiense, NO de Cantabria). . . . .	123
M. Najarro <sup>1</sup> *, I. Rosales <sup>1</sup> y J. Martín Chivelet <sup>2</sup>	
Descontaminación mediante electrodiálisis de un suelo arcilloso contaminado con Cr(VI) . . . . .	129
A. Nieto Castillo, R. A. García-Delgado, J. J. Soriano	
Aprovechamiento de los excedentes hídricos de las fuentes ufanas de Gabellí (Mallorca) mediante recarga artificial . . . . .	135
G. Ortiz, J. A. de la Orden y J. M. Murillo	
Estudio hidrogeológico de la Masa de Agua Subterránea Añavieja-Valdegutur en el sector de Añavieja (Provincia de Sorra, España). . . . .	143
C. Pérez Bielsa, L. J. Lambán Jiménez	
Estudio comparativo de marcadores moleculares en la caracterización geoquímica de la materia orgánica sedimentaria de la plataforma continental interna del Golfo de Cádiz (so península ibérica). . . . .	151
L. Sánchez García, J. R. de Andrés Alonso, J. A. Martín Rubí.	
Análisis geomecánico de los grandes paleo-deslizamientos de flanco en Tenerife. . . . .	157
J. Seisdedos	
Estimación de la evapotranspiración a partir de la utilización de imágenes de satélite y datos meteorológicos en el sector correspondiente al acuífero Almonte-Marismas . . . . .	161
S. Soto, A. Romo, C. Antón- Pacheco y J. L. Casanova	
Atlas geotemático: herramienta para la difusión de información geocientífica . . . . .	169
Valle López, Fernando Pérez, Ángel Prieto, Carlos Lorenzo	

# Evolución de eventos climáticos extremos (inundaciones y sequías) para la zona central de la Península Ibérica desde el siglo XVI a partir del registro de rogativas e inundaciones históricas.

F. Domínguez-Castro <sup>(1)</sup>, J.I. Santisteban <sup>(2)</sup>, R. Mediavilla <sup>(1)</sup>, M. Barriendos <sup>(3)</sup>.

Dirección de Geología y Geofísica, Instituto Geológico y Minero de España, c/ Calera, 1, 28760, Tres Cantos, Madrid, España. fdominguez@igme.es; rmediavilla@igme.es

Departamento de Estratigrafía, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid,

c/ Jose Antonio Novais s/n, 28040, Madrid, España. iuancho@geo.ucm.es;

Departamento d'Història Moderna, Universitat de Barcelona, c/ Baldric Reixac, s/n, 08028 Barcelona, España. mbarriendos@ub.edu

**RESUMEN.** En este trabajo se presenta la evolución desde 1500 a 1900 de dos tipos de eventos climáticos extremos característicos de la Península Ibérica, las inundaciones y las sequías. Este estudio se ha llevado a cabo en la meseta sur de la Península. Aprovechando la continuidad del registro documental desde el s. XVI hasta nuestros días para la zona de estudio, hemos utilizado dos proxies históricas del río Tago acaecidas en Aranjuez, Toledo y Talavera. En los cuatro siglos estudiados parece que los periodos en los que hay una alta frecuencia de sequías también existe una alta frecuencia de inundaciones, aunque estos eventos raras veces coinciden en un mismo año. En función de la frecuencia y la intensidad de los eventos, se han distinguido seis periodos, dos con una alta frecuencia de eventos (1557-1623, 1717-1798), dos con frecuencias bajas (1500-1556 y 1624-1716), y dos con una frecuencia intermedia (1557-1623 y 1717-1798), debido probablemente a un aumento de la presión antrópica sobre los cauces y una disminución en la frecuencia de rogativas por motivos sociopolíticos. Se ha observado que durante el periodo 1550-1800, especialmente en el periodo comprendido entre 1591-1623 y 1717-1798, se produjeron episodios de sequías y inundaciones simultáneas. **Palabras clave:** Ceremonias de rogativas, inundaciones históricas, sequía, Tago, variabilidad climática.

## Extreme climatic events evolution (floods and drought) for the central region of Iberian Peninsula from XVI century from the rogation and historical floods records

**ABSTRACT.** This work shows the evolution from 1500 to 1900 of two types of extreme climatic events characteristic of the Iberian Peninsula, floods and droughts. This study has been carried out in the south of the Central Spanish Plateau. Taking advantage of the continuity of the documentary record from the 16th century to our days for the study area, we have used two historical proxies: 1) The rogations ceremonies celebrated in Toledo (droughts) and 2) the historic floods of the Tagus river collected in Aranjuez, Toledo and Talavera. During the four centuries studied the periods with high frequency of droughts have many floods too; however it is uncommon that these events took place at the same year. In accordance with the magnitude and frequency of the events we can differentiate six periods: two with a high frequency of events (1557-1623, 1717-1798), one with a medium frequency (1557-1623 and 1717-1798), two with low frequencies (1500-1556 and 1624-1716), and two with intermediate frequencies (1557-1623 and 1717-1798), due probably to an increase in the anthropic pressure at the channels and by an anthropic attenuation of the frequency of rogations. The Little Ice Age took place mainly from 1550 to 1800 with the characteristic of a great frequency of drought and floods, particularly in its initial (1591-1623) and final (1717-1798) phases. **Key words:** Climatic variability, droughts, historical floods, rogation ceremonies, Tagus.

## INTRODUCCIÓN

En la revisión sobre el estado de la climatología histórica en Europa, Brázdil *et al.* 2005 concluyen que uno de los aspectos fundamentales en las futuras investigaciones debe ser evaluar los climas extremos y los desastres naturales según su severidad, estacionalidad, impacto y evolución temporal.

España es un país con gran cantidad de fuentes documentales (públicas, eclesiásticas, crónicas...) de las que se pueden obtener series relativamente continuas de eventos climáticos extremos, o de eventos climáticos que afectaron a la sociedad desde el s. XVI hasta la actualidad

En este trabajo se presenta la evolución de las sequías e inundaciones, de la zona central de la Península Ibérica, elaborada a partir de fuentes documentales, utilizando los registros de rogativas e inundaciones históricas.

Una rogativa es una oración pública hecha a Dios para conseguir el remedio de una grave necesidad en épocas donde la meteorología hace imposible el desarrollo normal de los cultivos. Se realizaban bien para solicitar lluvia, "rogativas *pro-pluvia*", o por la serenidad de los tiempos, "rogativas *pro-serenitate*". Este *proxy* ha sido ampliamente utilizado en estudios de climatología histórica (Álvarez Vázquez, 1986; Martín-Vide y Barriendos, 1995; Barriendos, 1997 y 2005; Piervitali y Colacino, 2001; Romero y Máyer, 2002; Zamora

Pastor, 2002) y su valor para la reconstrucción climática se basa fundamentalmente en que permite reconstruir series de amplio rango temporal. Por otra parte, las rogativas aparecen en los archivos históricos de gran número de localidades, tanto en la Península Ibérica como en el resto del mundo católico romano (Barriendos, 2005).

El estudio de las inundaciones a partir de datos históricos ha sido llevado a cabo por Álvarez Vázquez (1986) en la cuenca del Duero, Benito *et al.*, (1996) en las cuencas del Duero, Tajo, Guadiana y Guadalquivir, Barriendos, en 1996-97 y Barriendos y Martín-Vide en diferentes ríos de Cataluña, río Júcar, Ortega *et al.* (1997) en el río Guadiana y Potenciano (2004) centro-sur Península Ibérica. Estos trabajos ponen de manifiesto que en la Península Ibérica existe un registro documental continuo desde el s. XVI, que cubre la mayor parte del territorio y del que se puede obtener interesantes resultados en cuanto a paleoclimatología y a la evolución histórica de factores climáticos.

## ÁREA DE ESTUDIO

El análisis de la variabilidad de eventos extremos se ha realizado a partir de las rogativas realizadas en la ciudad de Toledo de 1500-1900 y de las inundaciones del río Tajo para las mismas fechas.

La ciudad de Toledo se encuentra situada en la meseta sur de la Península Ibérica (coordenadas 39°51' N 4°01' O) a orillas del Río Tajo (Fig. 1a). Durante toda su historia a sido una ciudad de gran importancia tanto a nivel religioso como administrativo. Fue capital del reino hasta 1563 y en la actualidad es la capital de la provincia del mismo nombre.

El clima actual de la ciudad de Toledo es mediterráneo-continental, con escasa precipitación anual (357 mm) que se reparte fundamentalmente en primavera y en otoño, mostrando una acusada sequía estival. Las temperaturas son bajas en invierno (7,3 °C) y altas en verano (24,6 °C) (Fig. 1b).

El Río Tajo se encuentra situado en la zona central de la Península Ibérica entre las latitudes 39° y 41° N, es el río más largo de la Península 1200 km. Para el estudio de sus inundaciones a su paso por Toledo, se han analizado los eventos acaecidos tanto en Toledo como en Aranjuez y Talavera (Fig. 1a) ya que son ciudades muy próximas, y entre las tres poseen un registro documental amplio y continuo para los siglos que abarca el estudio.

## DATOS UTILIZADOS

Los datos de rogativas utilizados en este trabajo se consultaron en el Archivo Capitular de la Catedral de Toledo y el Archivo Histórico Municipal de Toledo de donde se extrajeron: 1) Las Actas Capitulares de la Catedral de Toledo, un total de 121 volúmenes donde queda reflejada la vida del cabildo de 1466 a 1913; 2) Libro de Arcayos

“Casos subcedidos en diversos desde el año de 1435 sacados de los libros capitulares de ella”, que abarca de 1434 a 1599 y extracta las actas capitulares añadiendo noticias registradas por el propio autor Juan Bautista de Chaves Arcayos y por otros miembros del capitulo en épocas posteriores hasta mediados del s. XVIII; 3) Libros Capitulares (1464-1914), volúmenes que se utilizaron fundamentalmente para cubrir vacíos de las actas capitulares.

El registro de inundaciones históricas utilizado en este trabajo ha sido la base de datos PALEOTAGUS (ubicada en el Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Esta base de datos consta de 355 registros de inundaciones históricas acaecidas en toda la Cuenca del Tajo desde 849 hasta 1997 (Díez-Herrero *et al.* 1998; Benito *et al.* 1999 y 2003; Fernández de Villalta *et al.* 2001). Para el presente estudio sólo se han utilizado las inundaciones ocurridas en Aranjuez, Toledo y Talavera durante el periodo para el que se han considerado las rogativas (1500-1900).

## METODOLOGÍA

La serie de rogativas se ha tratado por el método de los periodos *propluvia*. Esta metodología trata de inferir la duración de las sequías a partir de la duración de los periodos propluvia (PP) que son el tiempo que una población estuvo “rogando” por agua de una manera continuada. Estos periodos comienzan con la realización de una rogativa, se mantiene en el tiempo con rogativas continuadas (entendiendo por continuadas las que poseen menos de 20 días entre celebración y celebración, ya que se ha visto que las rogativas que sobre pasan este umbral pertenecen a eventos diferentes), y concluyen con la celebración de una misa de acción de gracias. En el caso de los PP que no poseen celebración de dar gracias se toma la última rogativa del periodo como la fecha final del mismo (Fig. 2). Sometiendo la serie de Toledo a este método se obtuvieron 168 eventos de sequía distribuidos estacionalmente como muestra la figura 3.

La serie de inundaciones ha sido tratada mediante el método propuesto por Barriendos *et al.* (2003), clasificando las inundaciones en tres categorías en función de su gravedad: 1) ordinaria 2) extraordinaria 3) catastrófica. En la figura 3 podemos ver la distribución estacional de los eventos y su gravedad media.

## NATURALEZA DE LOS DATOS UTILIZADOS

Las **rogativas** son un *proxy* que está influenciado por las necesidades de subsistencia del hombre. Para que se celebre una ceremonia son necesarias dos condiciones, que exista un periodo hidrológicamente deficitario y que esta escasez de agua afecte a las necesidades humanas del momento.

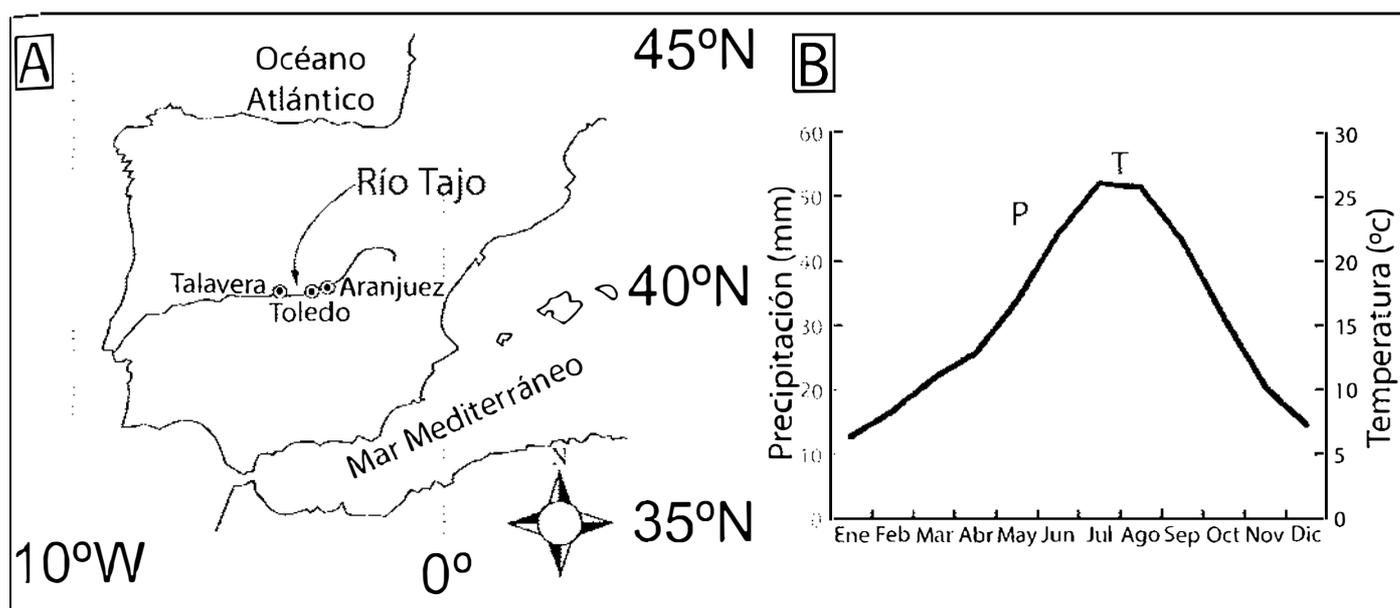


Figura 1. (A) Localización de la zona de estudio. (B) Media mensual de precipitación (barras) y temperatura (línea) para la ciudad de Toledo (1971-2000)  
 Figure 1. (A) Location of the study area. (B) Average monthly temperature (line) and rainfall (bars) of Toledo city (1971-2000).

En las estaciones de primavera y otoño se registran una gran cantidad de periodos *pro-pluvia* (Fig. 3), ya que son las estaciones en las que los cultivos son más sensibles a un retraso o una disminución de las precipitaciones. Sin embargo en estaciones en las que no se requiere agua para los cultivos como el verano, apenas aparecen periodos *propluvia* (Fig. 3), pero estos pocos periodos *pro-pluvia* veraniegos implican una importante necesidad de agua, ya que el motivo de la celebración no es velar por los cultivos, sino salvar los ganados o a las propias personas de morir de sed. Así que podemos decir que este proxy posee un carácter marcadamente estacional por lo que se hace necesario realizar su estudio a esta resolución temporal.

Las inundaciones históricas también se ven influenciadas por el hombre, ya que éste es capaz de aumentar el riesgo de inundación con sus asentamientos y obras hidráulicas, modificando así el registro de las frecuencias naturales de inundación. Es por ello que al estudiar por separado las inundaciones acaecidas en Toledo (13), Talavera (10) y Aranjuez (58), observamos que esta última localidad es donde más inundaciones se registran, esto se debe a que palacios y jardines reales de la ciudad se encuentran situados en la llanura de inundación del Tajo, lo que hace que cualquier inundación desde 1550 quede registrada. Sin embargo, el Tajo por Toledo pasa encajado y sólo un pequeño número de edificios históricos o actividades humanas podían verse afectadas por las inundaciones más severas. Por otro lado, Talavera posee un registro documental muy pobre ya que tan sólo existen dos puntos de referencia en la llanura de inundación, un puente romano y la iglesia de la Virgen del Prado (Benito *et al* 2003).

## RESULTADOS

El análisis de frecuencias de sequías e inundaciones tanto a escala de décadas (Fig. 4a) como a escala anual (Fig. 4b) y estacional (Fig. 4 c, d, e, f), muestra 6 periodos:

- Periodo 1 (1500-1556): Reducido número de eventos extremos tanto de sequías como de inundaciones. Las escasas inundaciones registradas lo son en invierno y prácticamente todas las sequías se desarrollan en primavera, las estaciones más comunes para estos eventos respectivamente durante toda la serie (Fig. 3).
- Periodo 2 (1557-1623): Se trata del periodo con la mayor frecuencia de eventos de toda la serie. Se pueden distinguir dos subperiodos: uno inicial (1557-1590), en el que las inundaciones se desarrollan en invierno y otoño, y prácticamente todas las sequías lo hacen en primavera, y un segundo subperiodo (1591-1623) en el que las inundaciones se dan en primavera y verano y las sequías continúan siendo en primavera, pero además se registran graves sequías en invierno, otoño e incluso una en verano. Esta diferencia entre los subperiodos respecto a las estaciones en las que se desarrollan los eventos extremos es importante, ya que aunque las frecuencias son semejantes, la realidad climática de los dos subperiodos es muy diferente. Durante el primer subperiodo tanto las sequías como las inundaciones, se desarrollan en las estaciones en las que cabe esperarlas, primavera para las sequías y otoño e invierno para las inundaciones, en el segundo subperiodo la anomalía es mucho mayor porque los eventos tanto de sequía como de inundación, se suceden prácticamente en todas las estaciones.

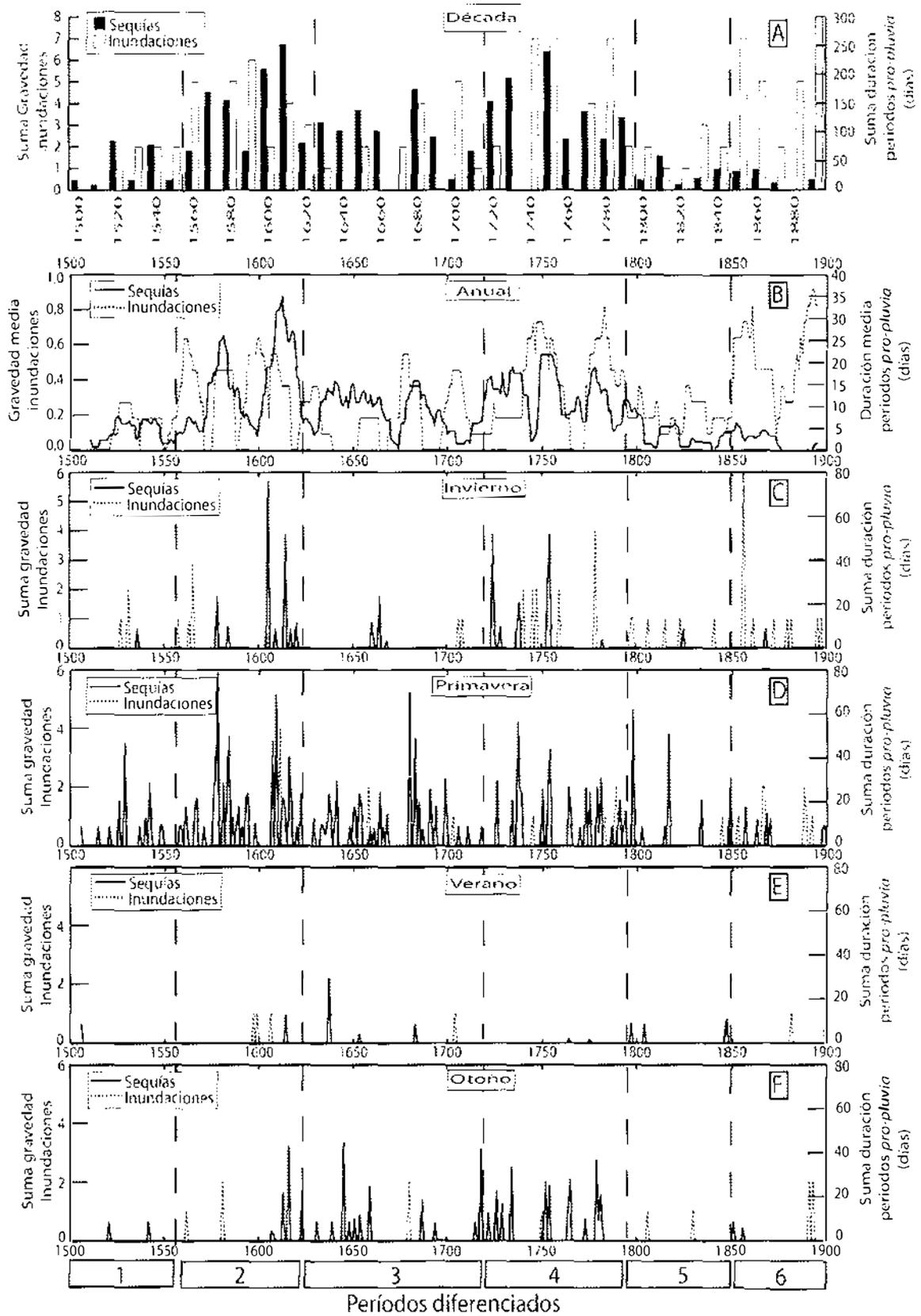


Figura 4 (A) Magnitud de sequías e inundaciones por décadas. (B) a nivel anual (media móvil 11 años) (C) (D) (E) (F) a nivel estacional.  
 Figure 4 (A) Floods and drought magnitude per decade. (B) annual resolution (mean average 11 years) (C) (D) (E) (F) seasonal resolution

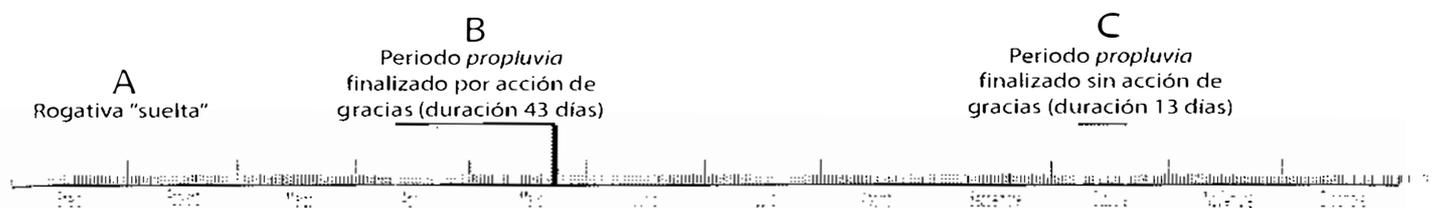


Figura 2. Ejemplos de año tipo en el que podemos ver un periodo propluvia (P.P) finalizado por acción de gracias. c. un periodo propluvia (P.P) finalizado sin acción de gracias.  
 Figure 2. Examples of a typical year with a. a single rogation. b. a pro-pluvia period (PP) finished by a thanksgiving mass. c. a pro-pluvia period without an ending thanksgiving mass

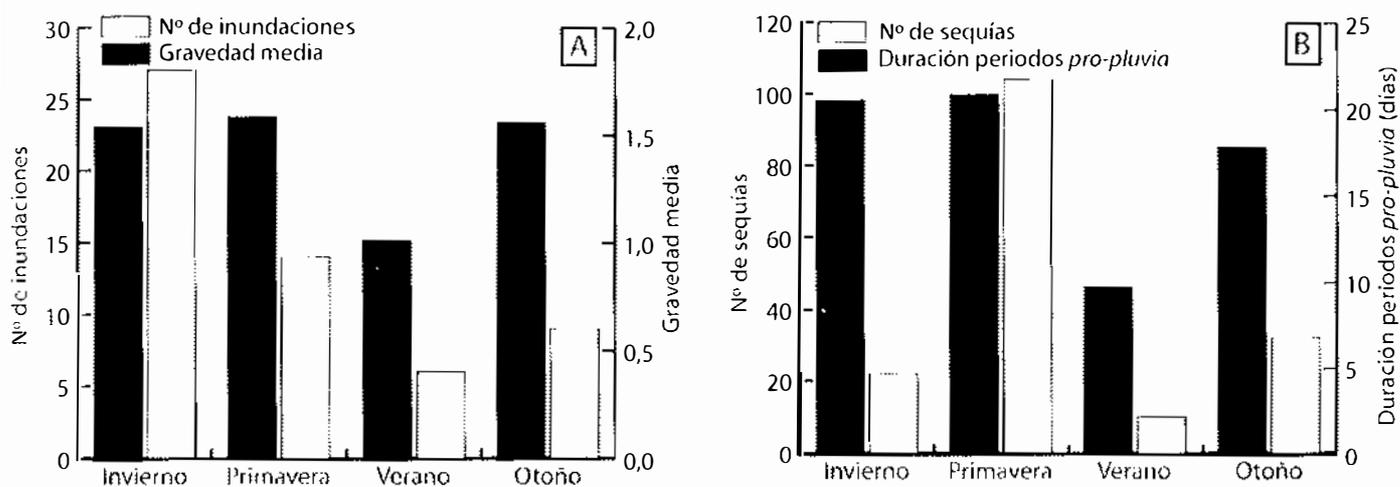


Figura 3. (A) Distribución estacional de las inundaciones y sequías ocurridas en Toledo y su duración media. (B) Distribución estacional de las sequías y su duración media.  
 Figure 3. (A) Seasonal distribution of the floods happened in Toledo, Talavera and Aranjuez and its average magnitude (B) Seasonal distribution of the droughts happened in Toledo and its average duration

Además, en este segundo subperiodo encontramos una concentración de rogativas en verano que nuevamente habla de condiciones climáticas extremas.

- Periodo 3 (1624-1716): Presenta una frecuencia de eventos extremos menor que el periodo "2" pero mayor que el "1". Presenta sequías en todas las estaciones aunque de manera irregular. También existen inundaciones en todas las estaciones del año aunque estas sólo poseen entidad en la segunda mitad del periodo, acumulándose especialmente entre 1700 y 1716.
- Periodo 4 (1717-1798): Aumenta la frecuencia de eventos extremos, tanto sequías como inundaciones, a valores sólo comparables con el periodo "2". Se registran sequías tanto en primavera como en otoño, haciéndose más infrecuentes las sequías de corta duración, las rogativas invernales se concentran en la primera mitad del periodo mientras que en la segunda se registran dos pequeñas sequías en verano. Las inundaciones se dan fundamentalmente en invierno, en menor medida en primavera, aparece un evento en otoño y ninguno en verano. Es el periodo en el que aparecen

mayor número de coincidencias entre eventos de inundaciones y sequías para un mismo año (Tabla 1), apareciendo 7 años en los que se da esta circunstancia, incluso durante uno de ellos (1752) los dos eventos coinciden durante la misma estación, el otoño.

- Periodo 5 (1798-1850): la cantidad de sequías e inundaciones disminuye drásticamente para todas las estaciones a excepción del verano. Se registraron inundaciones de pequeña cuantía de manera más o menos continuada durante el invierno. Durante este periodo ocurrieron acontecimientos históricos como La Guerra de la Independencia y la vacante del Cardenal Iguanzo que desestabilizaron a la Iglesia en general y al cabildo de Toledo en particular, que podrían en cierta medida justificar el descenso en las rogativas de este periodo (Domínguez-Castro et al. 2006)
- Periodo 6 (1851-1900): Las sequías se reducen a cortos eventos durante la primavera, fundamentalmente, y a partir de 1875 desaparecen por completo a excepción de unas sequías en los años 1898 y 1899. Por otro lado, las inundaciones comienzan a registrarse en todas las estaciones. Durante este periodo aumentan la

tensión entre el Estado y la Iglesia lo que provoca la disminución y casi desaparición de las rogativas, por otro lado las inundaciones se ven incrementadas por el aumento de la presión antrópica sobre los cauces.

	Estación seca	Estación Inundación
1543	primavera	desconocida
1559	primavera	desconocida
1562	primavera	otoño
1581	primavera	otoño
1633	primavera	desconocida
1680	primavera	otoño
1706	primavera	invierno
1729	invierno	general
1750	primavera	otoño
1752	otoño	otoño
1780	primavera y otoño	desconocida
1787	primavera	desconocida
1797	verano	invierno
1798	primavera	invierno
1815	primavera	invierno
1865	otoño	invierno
1899	primavera	verano

Tabla 1. Años en los que coinciden sequías e inundaciones.  
Table 1. Years with drought and floods.

### CONCLUSIONES

Se ha analizado acontecimientos extremos (sequías e inundaciones) en la meseta sur de la Península Ibérica entre los años 1500 y 1900, a distintas escalas temporales. Se ha comprobando que es importante estudiar los eventos extremos a nivel estacional, ya que si nos quedamos en un análisis de frecuencia a nivel anual podemos estar agrupando periodos que, aun siendo de frecuencias semejantes, poseen importantes diferencias a nivel estacional, que responden a diferencias en las condiciones climáticas de cada periodo.

Se ha observado que las sequías e inundaciones aumentan y disminuyen su frecuencia de manera similar a través de estos siglos, así lo periodos en los que se registran sequías también se registran inundaciones, aunque estos eventos no suelen coincidir exactamente en los mismos años, dándose esta circunstancia tan sólo en 17 años de los 400 años estudiados (Tabla 1).

En función tanto de la frecuencia como de la gravedad de los eventos extremos, se han distinguido 6 periodos.

El primer periodo (1500-1556) se caracteriza por la escasez de eventos extremos, mientras que los tres siguientes (1557-1623, 1624-1716, 1717-1798) presentan una alta concentración de even-

tos. Estos tres periodos que se sitúan entre 1550 y 1800 constituyen la Pequeña Edad de Hielo que en la zona de estudio se caracteriza por una época de gran variabilidad climática y por mostrar una espacial severidad climática en su periodo inicial y final.

Durante el siguiente periodo (1799-1850) tanto las inundaciones como las sequías disminuyen drásticamente. En el último periodo (1851-1900) las sequías prácticamente desaparecen, y comienzan a registrarse gran cantidad de inundaciones. Este periodo responde a condicionantes antrópicos más que a estrictamente climáticos, como la acción humana sobre los cauces, o el aumento en la frecuencia de enfrentamientos entre el Estado y la Iglesia.

A la vista de los resultados obtenidos, el análisis de acontecimientos extremos a partir de datos históricos, supone una herramienta con un alto potencial para realizar estudio detallado la variabilidad de estos eventos en el pasado, el conocimiento de esta variabilidad "natural" de los últimos siglos nos puede ayudar a comprender el origen de la variabilidad climática que se está registrando en la actualidad.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a G. Benito la cesión de la base de datos PALEOTAGUS, sin la cual este trabajo no habría sido posible, también quieren mostrar su gratitud a los revisores del artículo S. Castaño y A. Potenciano por su interés y buenos consejos.

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (proyectos REN 2002-04433-CO2/02 y CGL2005-06458-CO2-01/HID) y el Millennium project IP 017008-2 EU. Fernando Domínguez Castro disfruta de una beca FPI (BES-2003-0482).

### REFERENCIAS

Álvarez Vázquez, J. A. 1986. Drought and rainy periods in the province of Zamora in the 17th, 18th, and 19th Centuries. In: López Vera, F. (ed.), Quaternary Climate in Western Mediterranean. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 221-233.

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

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

Barriandos, M. and 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.

Barriandos, M. 2005. Climate and culture in Spain, religious responses to extreme climatic events in the Hispanic Kingdoms

- (16th–19th centuries). En: Behringer, W., Lehmann, H. y Pfister, C. (eds.), *Cultural Consequences of the Little Ice Age*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 31–86.
- Barriendos, M., Llasat, M.C., Barrera, A. and Rigo, T. 2003. The study of flood events from documentary sources: Methodological guidelines for historical source identification and flood characterization in the Iberian Peninsula. En: Thorndycraft, V. R., Benito, G., Barriendos, M. and Llasat, M.C. (eds.) *Palaeofloods, Historical Data and Climatic Variability*. CSIC-Centro de Ciencias Medioambientales, Madrid, 87–92
- Benito, G., Díez-Herrero, A., and Fernández de Villalta, M. 2003. Magnitude and frequency of flooding in the Tagus basin (Central Spain) over the last millennium. *Climatic Change*, 58, 171–192.
- Benito, G., Fernández de Villalta Compagni, M., Díez Herrero, A., y Laín Huerta, L. 1999. Base de datos Paleotagus: Incorporación de la información paleohidrológica en un SIG para el análisis de riesgos naturales. En: Laín Huerta, L. (ed.), *Los Sistemas de Información Geográfica en los Riesgos Naturales y en el Medio Ambiente*. ITGE (Ministerio de Medio Ambiente), Madrid, pp. 21–31.
- Benito, G., Machado, M. J., and Pérez-González, A. 1996. change and flood sensitivity in Spain. En: Branson J., Brown A. G., and Gregory K. J. (eds), *Global Continental Changes: the Context of Palaeohydrology*. Geological Society, Special Publication 115, 85–98.
- Brázdil, R., Pfister, C., Heinz, W., Storch, H.V. and Luterbacher, J. 2005. Historical climatology in Europe -The state of the art. *Climatic Change*, 70, 363–430.
- Díez-Herrero, A., Benito, G., and Laín-Huerta, L. 1998. Regional Palaeoflood databases applied to flood hazards and palaeoclimate analysis. In: Benito, G., Baker, V. R., and Gregory, K. J. (eds.), *Palaeohydrology and Environmental Change*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 335–347.
- Domínguez-Castro, F., Santisteban J.I., Barriendos M., and Mediavilla R. 2006. Seasonal vs. annual use of the analysis of rogation ceremonies: a human influenced proxy of climate change (southern Spanish Meseta). *HOLIVAR 2006 Natural Climate Variability and Global Warming*. Londres, 86.
- Fernández de Villalta, M., Benito, G., and Díez-Herrero, A. 2001. Historical flood data analysis using a GIS: The Palaeotagus database. In Glade, T. Albini P., and Francés, F. (eds.) *The Use of Historical Data in Natural Hazard Assessments*. Kluwer Book Series, *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, Dordrecht, 101–112.
- Martín-Vide, J. and Barriendos, M. 1995. The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain). *Climatic Change*, 30, 201–221.
- Martínez Goytre, J. y Garzón, M. G. 1996. Análisis de las avenidas históricas en el río Júcar. VI Congreso Nacional y Conferencia Internacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio, Granada, 3, 29–41
- Ortega, J. A. y Garzón, G. 1997. Inundaciones históricas en el río Guadiana. Sus implicaciones climáticas. En: Rodríguez, J. (ed.), *Cuaternario Ibérico*. AEQUA, Huelva, 365–367.
- Piervitali, E. and Colacino, M. 2001. Evidence of drought in western Sicily during the period 1565–1915 from liturgical offices. *Climatic Change*, 49, 225–238.
- Potenciano, A. 2004. *Las Inundaciones Históricas en el Centro-Sur de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral Universidad Complutense Madrid, Madrid, 442 pp.
- Romero, L. E. y Máyer, P., 2002. Episodios de sequía en Gran Canaria en el siglo XVII: Análisis de las rogativas como método de reconstrucción climática. En: Guijarro Pastor, J. A. (ed.), *El Clima y el Agua*. Asociación Española de Climatología, Palma de Mallorca, 533–542.
- Zamora Pastor, R. 2002. *El final de la pequeña edad de hielo en Alicante*. Publicaciones Universidad de Alicante, Alicante, 194 pp.