



¿QUÉ PUEDE APORTAR EL CLIMA A LA HISTORIA? EL EJEMPLO DEL PERIODO CÁLIDO MEDIEVAL EN EL MAGREB ALMORÁVIDE Y ALMOHADE

*What Can Climate Provide to History? The Medieval Warm
Period in the Almoravid and Almohad Maghreb*

Antonio Vicente Frey Sánchez

tonyfrey@um.es

Universidad de Murcia. España

Fecha de recepción: 12/01/2016

Fecha de aceptación: 15/06/2016

RESUMEN: En la primera mitad del siglo XI surgió en África Occidental el fenómeno almorávide, que ocupó todo el Magreb al-Aqṣā, e intervino en al-Andalus. En cien años fue sustituido por el almohade, el otro gran movimiento político-religioso, que fue extinguiéndose durante el siglo XIII. Ambos procesos políticos han sido estudiados como fenómenos religiosos que espolearon su expansión. Resulta remarcable que los momentos previos a la expansión almorávide coincidan con la etapa de mayor influencia del Periodo Cálido Medieval en el Sahel, mientras que la desintegración almohade se sitúe en fechas coincidentes con la crisis climática del siglo XIII. Este trabajo analiza los vínculos que tal evento climático pudiera tener con aquellos dos procesos históricos.

Palabras clave: Almorávides; Almohades; Periodo Calido Medieval; Magreb; al-Andalus.

ABSTRACT: In the first half of the eleventh century born in Western Africa the Almoravid phenomenon, which occupied the entire Maghreb al-Aqṣā, and appeared in al-Andalus. In a hundred years he was replaced by the Almohad, the other great political-religious movement, which was extinguished during the 13 century. Both political processes have been studied as phenomena of religious renewal component, which spurred its expansion. It is remarkable that the Almoravid pre-expansion time coincide with the greatest influence of Medieval Warm Period in the Sahel, while the Almohad disintegration is placed on dates coinciding with the climate crisis in 13th century. This paper analyzes the links that this weather event may have with these two historical processes.

Keywords: Almoravids; Almohads; Medieval Warm Period; Maghreb; al-Andalus.

SUMARIO: 1. Introducción. 2. El marco climático. 2.1. ¿Qué fue el Periodo Cálido Medieval? 2.2. ¿Cómo afectó el Periodo Cálido Medieval a África Occidental? 2.3. Biomarcadores estudiados. Más evidencias del clima medieval en África Occidental. 3. Unos determinados marcos histórico y arqueológico. 3.1. Secuenciación del origen y consolidación del fenómeno almorávide. 3.2. Secuenciación del fin del califato almohade. 4. Discusión. 5. Conclusiones. 6. Agradecimientos. 7. Figuras. 8. Bibliografía. 8.1. Fuentes. 8.2. Literatura.

1. INTRODUCCIÓN

Hay, hoy día, un notable conocimiento sobre la historia de los almorávides y los almohades; fenómenos político-religiosos habidos entre los siglos XI y XIII en el África Occidental (Brunschvig, 1940-1947; Bosch Vilá, 1998; Abun-Nasr, 1987; Pastor y Villa, 1996; VV. AA., 2003; Messier, 2010). El papel de las fuentes escritas (Ibn Jaldūn, 1854 y 1855; Ibn 'Idārī, 1953; Ibn Abī Zar', 1964, entre otros) ha sido determinante para ello. De este modo, se sabe, por ejemplo, que el movimiento almorávide se forjó de la mano de la tribu ṣanhāya en el borde septentrional del Sahel, en las proximidades del río Senegal; y que, después de un periodo de luchas de diversa naturaleza, sus componentes se dirigieron hacia el Magreb al-Aqṣà, sometiéndolo, y pasando, después, a la península Ibérica. En cien años su estructura política desapareció, dando lugar, en la mitad del siglo XII, a otro fenómeno de similar origen, el almohade—esta vez originario en el tronco berebere de los zanāta—, que fue suplantando al anterior poder político hasta su disolución poco después de 1147, cuando se produjo la conquista de Marrakech, su capital. Si hay algo que caracterizó a ambos movimientos fue su vigoroso componente religioso—encabezado por líderes carismáticos— que supuso el acicate para lanzarse a la expansión, pero, también, conllevó su ruina, que fue más sonora en el segundo caso, cuando, transcurrido el primer cuarto del siglo XIII, dio comienzo un proceso centrífugo en medio de un panorama de malas cosechas, hambrunas y proliferación de epidemias. Así, desde 1224-26 hasta la disolución del califato almohade en 1264, se sucedieron revueltas que provocaron la desintegración del Imperio en varios sultanatos magrebíes—ḥafṣí, zayānī y benimerín— y la liquidación de al-Andalus hasta su reducción a Granada. Todo ello es conocido porque, como he señalado, ha sido objeto de estudio y publicación; motivo por el cual no voy a insistir en ello.

Ahora bien, hasta ahora se había pasado por alto que ambos fenómenos políticos estuvieron inmersos en pleno Periodo Cálido Medieval; un evento climático prolongado, caracterizado por un calentamiento del hemisferio norte entre los años 850 y 1250 aproximadamente, que se manifestó en una variabilidad de fenómenos según la geografía (Hughes y Díaz, 1994; Bradley, *et al.*, 2003a; Bradley, *et al.*, 2003b; Soon y Baliunas, 2003; Jones y Mann, 2004; Goosee, *et al.*, 2006; Goosee *et al.*, 2012; Díaz, *et al.*, 2011): desde episódicas o prolongadas sequías a un aumento de precipitaciones; subida de temperaturas y retirada de hielos, etc. Su crisis final, producida en el siglo XIII, condujo a la Pequeña Edad de Hielo, y ha sido objeto de

estudios y simulaciones, que apuntan a un progresivo enfriamiento manifestado de diferentes formas según las latitudes y la influencia de las corrientes oceánicas y atmosféricas: unas veces en la forma de frío seco; en otras en forma de exceso de humedad, etc. (Crowley, *et al.*, 2003; Mann y Jones, 2003; Hunt, 2006; Osborn, *et al.*, 2006; Mann, *et al.*, 2008; Mann, *et al.*, 2009). Otros procesos históricos también estuvieron enmarcados en el periodo correspondiente al auge y crisis el Periodo Cálido Medieval, y han sido vinculados a sus efectos. Por ejemplo, la actual visión sobre la ruina de los asentamientos vikingos en Groenlandia, puesta de relieve en los años cincuenta por G. Utterström (1955), y, en la actualidad, por A. E. J. Ogilvie (1991 y 2000), debido al avance de los glaciares desde 1200, va en esa dirección. Y otras investigaciones conducentes a explicar la historia del Atlántico Norte (Ingstad, 2001; Patterson, 2010) han relacionado la llegada de los vikingos a Groenlandia y al continente americano con un retroceso de los hielos árticos en el siglo x. Por último, en latitudes más cálidas se habla de un destacado papel del Periodo Cálido Medieval con la crisis de la civilización maya entre el 750 y el 910 d. C. (Haug, 2003; Peterson y Haug, 2005).

Si hay un elemento común a aquellos estudios citados es el empleo de la información de las fuentes escritas y arqueológicas en combinación con la síntesis de biomarcadores [*proxies* en inglés] climáticos y simulaciones, que desde hace años tratan de definir el Periodo Cálido Medieval desde que en los años sesenta H. H. Lamb (1965, 1982) propusiera su existencia. Otros trabajos también han logrado delimitar su impacto según latitudes, como los trabajos realizados por E. Le Roy (1959, 1983) o P. Alexandre (1977, 1987) quienes confirmaron una sucesión de acontecimientos meteorológicos en Europa.

Desde el punto de vista de la historia del África Occidental en los años centrales de la Edad Media, algunas fuentes escritas consultadas se refieren intermitentemente a una diversidad de fenómenos meteorológicos, los cuales se situarían contemporáneos a incidencias agrícolas, epidemiológicas, etc. A su vez, parece que ese conjunto de eventos se manifestaría de forma paralela a la evolución política tanto de almorávides como almohades, lo que podría ser un indicio de algún tipo de relación; sobre todo debido a que aquellas eran sociedades agrícolas y ganaderas, donde la productividad de la tierra tenía una gran importancia para la propia supervivencia del *majzan* (Guichard, 2001). Esto, al menos, es lo que algunos medievalistas (p. e.: Vernet, 1982; Arié, 1984; Dyer, 1991; Benito i Monclús, 2004; Menant, 2007; Reglero, 2011) tímidamente ya han puesto de relieve en algunos países, relacionando aquellos sucesos con los otros. Por su parte la arqueología también ofrece una interesante información cuando se trata de apreciar el impacto de un clima oscilante; en el caso del Magreb al-Aqşà sobre todo a partir del estudio de la urbanización de ciudades-oasis como Awdagušt y Siyilmāssa (Robert, 1976; Devisse, 1982; McDougall, 1985; Polet, 1985; Robert-Chaleix, 1989; Lightfoot y Miller 1996). Por todo ello, este trabajo se presenta con la intención de poner de

relieve la evolución del Periodo Cálido Medieval en el África Occidental a través de una selección de biomarcadores publicados, destacar sus más significativas oscilaciones y tratar de relacionarlas con hechos relatados en las fuentes escritas, sobre todo los vinculados al auge y decadencia de los fenómenos políticos almorávide y almohade. Para sostener metodológicamente este trabajo se van a sintetizar algunos de datos climáticos hasta ahora estudiados, cruzándolos con aquellas noticias, con el objetivo de proponer una lectura complementaria de los cambios políticos entre los siglos XI y XIII del Magreb al-Aqṣà, y, por extensión, de al-Andalus.

2. EL MARCO CLIMÁTICO

2.1. ¿Qué fue el Periodo Cálido Medieval?

El Periodo Cálido Medieval fue definido a grandes rasgos en los años sesenta por H. H. Lamb (1965, pp. 13-67), quien teorizó sobre un clima sensiblemente más cálido en el intervalo 1000-1200, que contrastó con una bajada de las temperaturas medias entre 1500 y 1700. Ambos fenómenos los demostró al cuantificar los cambios de temperatura y el régimen de precipitaciones en Inglaterra en horquillas temporales de entre 50 y 150 años, tomando como referencia los registros de los cien años anteriores a él. Así, se encontró que las temperaturas medias pudieron haber oscilado extremadamente hasta $\sim 1,3$ °C mientras las precipitaciones se incrementaron globalmente un 10%. Casi a la par, E. Le Roy –notablemente influenciado por el trabajo de G. Utterström– había avanzado la posibilidad de una fuerte oscilación climática como fenómeno causal en la gran crisis del siglo XIV (*vid. supra*). Pero no fue hasta el estudio sistemático de las fuentes medievales europeas realizado por P. Alexandre (1977, pp. 194-95) cuando pudo apreciarse que las referencias apuntaban a que el calentamiento continental empezó a manifestarse en torno al año 800, mientras que el enfriamiento parecía producirse en la segunda mitad del siglo XIII, sobre desde el año 1250. Posteriores estudios han permitido afinar las cronologías, y determinarlas según las áreas geográficas. En este sentido, las simulaciones basadas en las temperaturas medias de los últimos cien o ciento cincuenta años (Osborn, *et al.*, 2006) y en la influencia de numerosos factores (Mann, *et al.*, 2008, pp. 13252-57; Goosse, *et al.*, 2012, pp. 2847-66) se han convertido en efectivas herramientas para avanzar en su definición, si bien también han provocado nuevos debates sobre su cronología y efectos (Mann, *et al.*, 2009, pp. 1256-1260; Graham, *et al.*, 2010, pp. 1217-1245). Con todo, en líneas generales se puede afirmar que el Periodo Cálido Medieval se manifestó en el hemisferio norte en el periodo ~ 850 ~ 1250 , siendo no pocos los que señalan que se produjo una crisis –e incluso su final– en torno al periodo 925-1050 (Hughes y Díaz 1994, pp. 109-142; Bradley, *et al.*, 2003b, pp. 105-41; Goosse, *et al.*, 2005, pp. 1345-60;

Goosse, *et al.*, 2006, pp. 99-113; Guiot, *et al.*, 2010; Goosse, *et al.*, 2012, pp. 2847-66). Sin embargo —y aunque la tendencia general es coincidente (fig. 1)— no hay términos absolutos; incluso las temperaturas medias no pueden establecerse con seguridad debido a la amplia variabilidad en el tiempo y en el espacio, aunque algunos investigadores como M. Mann, R. Bradley y H. Hughes (*vid. supra*) sostienen que globalmente podrían haber sido muy similares —e incluso, 0,03 °C más cálidas— al periodo 1902-1970 y menores al intervalo 1970-2000; líneas generales que el estudio de 2013 del Consorcio PAGES 2k parece confirmar (2013, pp. 339-46).

La naturaleza del Periodo Cálido Medieval se ha tratado de definir con diversas variables (Free y Robock 1999, pp. 19057-19070; Jones y Mann, 2004; Bradley, *et al.*, 2003b, pp. 105-141; Thompson, *et al.*, 2003, pp. 137-155; Goosse, *et al.*, 2012, pp. 2847-2866), aunque, como ocurre con las temperaturas, no hay un consenso sobre cuál de esas variables —privativa o contributivamente— podría haber sido la desencadenante del fenómeno. Una de las más sugerentes (Trouet, *et al.*, 2009, pp. 78-80) es aquella que se refiere a una anormal interacción oceánica y atmosférica, dando como resultado eventos tales como un prolongado efecto El Niño - Oscilación del Sur (El Niño Southern Oscillation, en adelante ENSO) u Oscilación del Atlántico Norte (North Atlantic Oscillation, en adelante NAO) de significativa influencia, esta última, en Europa. También, se ha tratado de establecer una relación a la influencia de la actividad solar —generalmente elevada— en la circulación general atmosférica, sobre todo a raíz del análisis del ¹⁴C palustre y algunos isótopos del oxígeno (Anderson, 1993, pp. 45-68; Bard y Frank, 2007, pp. 1-14). De igual modo, la influencia del hombre con la roturación de nuevas tierras se considera un elemento a tener presente, tal y como se ha demostrado muy claramente, por ejemplo, en un análisis de la vegetación de la montaña de Gerona (López, *et al.*, 2008, pp. 13-28).

De la misma forma que quedan dudas sobre su origen, tampoco queda clara su afección, aunque existe cierto consenso, a tenor de las fechas expuestas más arriba, en que fue desigual en el espacio y el tiempo. Por ejemplo, en Europa el Periodo Cálido Medieval se concretó en unos suaves inviernos, unos veranos secos y una proliferación de singularidades hídricas anómalas (Bradley, *et al.*, 2003a, pp. 404-405; Goosse, *et al.*, 2005, pp. 1345-1360; Juckes, *et al.*, 2007, pp. 591-609). En Fennoscandia K. R. Briffa *et al.* (1990, pp. 434-39)¹ detectó, entre el año 900 y el 1100, unos veranos aparentemente más templados que las medias de la primera mitad del siglo xx; referencias que son parcialmente coincidentes con datos documentados en su momento por B. H. Luckman (1994, pp. 171-82) en las Montañas Rocosas de Canadá. También, en Islandia, A. E. J. Olgivie (1991, pp. 233-51; 2000, pp. 34-45) mediante una síntesis de *proxies* y referencias históricas, se detectó que el clima más suave se concretaba entre el ~865 y ~1180, y que se produjo un gradual enfriamiento a partir de ~1180, es decir, con un significativo adelantamiento con

¹ Hay que tener presente la actualización y crítica de Linderholm *et al.* (2010, pp. 99-103).

respecto a otros biomarcadores más meridionales en el mismo hemisferio que situarían el inicio del enfriamiento en torno al año 1250. Otro notable contraste se produce, precisamente, en el hemisferio sur, donde R. Villalba (1994, pp. 183-97), a través de un análisis de los anillos de los árboles, detectó que el Periodo Cálido Medieval arrancó más tardíamente y fue más breve: desde el año 1080 hasta 1250, mientras que entre los años 900 y 1070 el ambiente era relativamente fresco. Por su parte, en el caso del África Occidental, fundamentalmente en la franja de un Sahel marcadamente más septentrional, hay cierto consenso en que durante la primera mitad del Periodo Cálido Medieval se desarrolló un periodo húmedo que entró en crisis sobre el año 1100; aspecto que se tratará más abajo.

Por su parte, aunque puntualmente en algunas regiones del planeta sus efectos podrían haberse atenuado hasta casi hacerse imperceptibles, la opinión general en la comunidad científica es que el declive del Periodo Cálido Medieval debe vincularse a un cambio de tendencia desde finales del siglo XII y los inicios del XIII, habiendo más o menos consenso en que su hito cronológico debe situarse sobre el año 1250 (Mann y Jones, 2003, p. 1820; Hunt, 2006, pp. 677-94; Osborn, *et al.*, 2006; Mann, *et al.*, 2008, pp. 13252-13257). Esta tendencia se caracterizó por un enfriamiento del hemisferio norte en forma de bajada de las temperaturas medias y una sucesión de notables eventos meteorológicos, tal y como los biomarcadores muestran (Hughes y Díaz 1994, pp. 109-42; Bradley, *et al.*, 2003b, pp. 105-141; Bradley, *et al.*, 2003a, pp. 404-05; Soon y Baliunas, 2003, pp. 89-110; Jones y Mann, 2004; Mann, *et al.*, 2009, pp. 1256-1260). Desde un punto de vista historiográfico, en Europa ese proceso fue demostrado por P. Alexandre (1977, pp. 183-97; 1987) mediante un sistemático análisis de fuentes medievales y sus registros de malas cosechas producidas por heladas declaradas o precipitaciones, lo que permitió concluir que, desde antes del inicio del siglo XIII, desde 1195, el Periodo Cálido Medieval ya empezaba a mostrar síntomas de crisis en el continente. Posteriores estudios han afirmado que ese enfriamiento se produjo de forma gradual: por ejemplo, A. E. J. Ogilvie (2000, pp. 34-45), combinando el estudio de las fuentes vikingas y la calidad de los hielos islandeses, estableció un arranque del enfriamiento en 1180, y un vaivén térmico a la baja, que, finalmente, se condujo a partir de 1260 a hacerse más severo, tal y como también se documentó, por ejemplo, en los montes Urales a través de estudios dendrocronológicos (Graybill y Shiyatov, 1989, pp. 37-42). Nuevos biomarcadores no han hecho sino confirmar la crisis del Periodo Cálido Medieval, si bien ampliando el debate: así, para J. Guiot *et al.* (2005, pp. 489-500; 2010) se pudo traducir en un enfriamiento desde el suroeste de Europa a partir de 1250 hasta su definitiva extensión por el resto del continente europeo en torno al año 1400. En todo caso, todos estos testimonios coinciden en que el fin del Periodo Cálido Medieval fue progresivo, y se produjo a lo largo del siglo XIII. Incluso algunas simulaciones (Goosse, *et al.*, 2006, pp. 99-113; Goosse, *et al.*, 2012a, pp. 2847-66; PAGES 2k Consortium, 2013, p. 20) plantean para Europa descensos de temperaturas

medias desde el inicio de 1200 hasta 1300 de $\sim 0,15$ °C en verano a $\sim 0,12$ °C en invierno, llegando, incluso a estimar para Europa la media negativa de todos los impactos o influencias (solar, volcánico, de uso del suelo, etc.) en $\sim 0,23$ °C; cifra considerable en climatología. Además, esa oscilación térmica vino acompañada de un cambio en el régimen de precipitaciones, detectándose un incremento en las mismas en forma de agua y nieve, y el subsiguiente régimen de avenidas (Alexandre, 1987)².

Con todo, conviene señalar que algunas evidencias podrían revelar una aceleración de la crisis del Periodo Cálido Medieval a mitad del siglo XIII –entre 1250 y 1260 (fig. 2)–; cuestión que ha llevado a algunos investigadores (Stothers y Rampino, 1983, pp. 411-413; Robock, 2000, pp. 191-219; Atwell, 2001, pp. 29-98; Mann, *et al.*, 2012, pp. 202-205) a relacionarlo con algún excepcional acontecimiento, tal vez una prolongada sucesión de eventos volcánicos, pues el periodo 1100-1260 quedó registrado en los hielos polares y en los anillos de los árboles como de gran actividad eruptiva (Goosse, *et al.*, 2006, pp. 99-113; Osborn, *et al.*, 2006). También, a esa evidencia de expulsión de sólidos a la atmósfera se une la del efecto de los gases de efecto invernadero provocados por la deforestación y el cultivo de la tierra durante la expansión medieval de los siglos XII y XIII (Matthews, *et al.*, 2004, pp. 461-479; Goosse, *et al.*, 2006, pp. 99-113). En esa dirección, R. B. Stothers (2000, p. 361) trató de establecer 1258 como el punto de inflexión a partir de una cataclísmica erupción, ya que ese año las temperaturas bajaron en Inglaterra, y se produjo un colapso de los cultivos con el consiguiente hambre; de hecho, en ese año y el de 1259 una plaga se extendió y el invierno de 1260-61 fue muy frío en casi todo el continente europeo³. Estas fechas coincidirían con algunas fuentes europeas de las que se han recogido referencias a años malos y de carestías a partir de 1256; año, por cierto, en que se registró una erupción, que duró 52 días, cerca de la ciudad árabe de Medina (Camp, *et al.*, 1987, pp. 489-508; Moufti, *et al.*, 2013, pp. 1069-1070). Recientes evidencias (Lavigne, *et al.*, 2013, pp. 16742-16747) parecen situar un firme candidato para una erupción que fue más violenta aún que la del volcán Tambora de 1815, que elevó aproximadamente 26,6 km³ de material: se trataría del volcán Samalas (Indonesia), que liberó una enorme cantidad de material sulfuroso a la estratosfera –cerca de 40 km³ desde un mínimo de 30-33 km³ según sus investigadores– entre mayo y octubre de 1257. En todo caso, la prolongación en el tiempo de su impacto sería conforme al tiempo estimado sobre los efectos de un enfriamiento de la temperatura de superficie después de una gran erupción, que se sitúa entre 1 y 5 años, siendo el intervalo de 2 a 3 años el más habitual según los registros actuales (Stothers, 2000, pp. 364-365).

² A modo de ejemplo, en la península Ibérica véase el trabajo de Benito *et al.* (2003, pp. 171-92).

³ «In the year 1259, a rain of sulphuric acid aerosols and tiny glass shards originating from one of the greatest volcanic eruptions of the past two millennia fell out of the stratosphere onto the North and South polar ice caps (...) On the plausible assumption that this event had to have been a tropical eruption, the total production of sulphuric acid has been estimated as ~ 300 megatons (...) and possibly as much as ~ 600 megatons».

2.2. ¿Cómo afectó el Periodo Cálido Medieval a África Occidental?

Ahora bien, ¿cómo afectó el Periodo Cálido Medieval al África Occidental, territorio geográfico de los fenómenos almorávide y almohade?⁴ Aparentemente, el gran evento medieval podría parecer que únicamente se tradujo en un calentamiento y una subsiguiente sequedad ambiental, pero lo cierto es que en algunos lugares del planeta se manifestó en un aumento de la humedad por efecto de la acción combinada de la actividad oceánica y la circulación atmosférica, tal y como se observó por primera vez en Norteamérica (Bryson, 1991, p. 10), en donde las llanuras del Sur se humedecieron frente a la sequía que afectó a las del Norte-Centro ca. 1150. Esa desecación ambiental supuso el fin de un periodo húmedo (800-1100) que había sido coincidente con el auge de la cultura Anasazi, concretamente Pueblo II (900-1100), cuya crisis viene vinculada a la incidencia de la sequía en los cultivos del Colorado Plateau de las Rocosas (Petersen, 1994, pp. 243-270).

Recientes estudios (Eltahir y Gong, 1995, pp. 1030-42. Touchan, *et al.*, 2010, p. 238) permiten advertir que el África Occidental se vio afectado por un fenómeno similar –también efecto de la acción combinada de la actividad oceánica y la circulación atmosférica– que provocó un escenario significativamente diferente al régimen de precipitaciones actual, que viene a estar distribuido así: el Norte, asociado a las depresiones atlánticas en invierno-primavera, mientras que el Sur está humedecido por el monzón del África Occidental, que se da en los meses de verano (Brooks, *et al.*, 2003, p. 66). No hay una única estación de grandes lluvias en toda el área, sino una variabilidad estacional que, en ocasiones, puede ser coincidente en los registros de un año (Donat, *et al.*, 2014, pp. 581-592). Si en Marruecos las depresiones atlánticas, por influencia de la NAO, se muestran como las causantes de la proliferación de precipitaciones (Lionello, *et al.*, 2006, pp. 1-26), en el sur del Sahara y el Sahel la cuestión reviste una mayor complejidad (Knippertz, *et al.*, 2003, pp. 67-88; Trouet, *et al.*, 2009, pp. 78-80): Su monzón tiene su origen en la convergencia alternante de las altas presiones subtropicales a ambos lados del Ecuador en la franja de la Zona de Convergencia Intertropical (en adelante ZCIT), cuya potencia y situación más o menos septentrional, que afecte de una u otra forma al Sahel, está en función entre otros factores de la fuerza de los alisios, de la temperatura de superficie oceánica y, también,

⁴ El territorio en cuestión es el comprendido entre la franja occidental del Sahel (Senegal, sur de Mauritania y Mali, Burkina Faso) y el norte de Marruecos: una vasta zona a ambos lados del trópico de Cáncer que comprende varias franjas climáticas del sistema Köppen-Geiger: BWh (clima árido cálido); BSh (clima semi-árido cálido); BSk (clima semi-árido templado) y Csa (clima mediterráneo de veranos cálidos), los cuales reúnen, en su diversidad y naturaleza, características comunes conducentes a sufrir de una forma más o menos homogénea, las consecuencias de las diversas tendencias climáticas, sobre todo las relacionadas con la ausencia o proliferación de precipitaciones; aspecto fundamental en este estudio por sus implicaciones (Knippertz, *et al.*, 2003, pp. 67-88).

a una posible teleconexión con ENSO (Nicholson, 1981, pp. 249-270; Lamb y Pepler, 1992, pp. 476-88; Maley y Vernet, 2013)⁵. Los registros de las últimas décadas han permitido advertir la alternancia de periodos húmedos (años 50-60) con secos (70-80-90) que varios estudios (Brooks, *et al.*, 2003, pp. 63-80; Brooks, 2004) reflejan en mayores escalas temporales, permitiendo que la intensidad y latitud de la influencia del monzón muestre tendencias milenarias de humedad o sequía.

A tenor de aquellas conclusiones, un trabajo de J. Maley y R. Vernet (2013, pp. 12-20) sitúa el monzón y su alternancia en el Periodo Cálido Medieval, y se refiere a una hipótesis (Leroux, 1996) sobre una prolongada convergencia sincrónica de altas presiones subtropicales, pero también de depresiones extra-tropicales desplazadas por un bloqueo de la ZCIT en la franja sudano-guineana, de forma que se dieran recurrentemente dos estaciones de lluvias en un mismo año, contribuyendo así, a un Sahel más húmedo de lo normal como otro estudio parece demostrar que ocurrió en el año 2003 (Jung, *et al.*, 2006, pp. 5439-5454). Aquella propuesta se ha fundamentado en un conocimiento certero del clima del África Occidental desde hace más de treinta años gracias, sobre todo, al pionero trabajo de S. Nicholson (1981, pp. 249-70). A partir de un registro de fuentes y de anotaciones de viajeros europeos de los siglos XVIII, XIX y XX, aquella estableció referencias que contrastar con variaciones de los niveles de agua de lagos y ríos del continente registradas a través de sus sedimentos; de esa forma –y junto a otra multitud de datos– propuso una evolución de las condiciones climáticas del continente relacionadas, sobre todo, con la humedad o la ausencia de ella. Pero no solo planteó esa evolución, sino que contrastó anomalías meteorológicas teleconectadas a lo largo del continente por efecto del posicionamiento de la ZCIT y las corrientes atmosféricas africanas, centrando una parte de su trabajo en la variabilidad del régimen de precipitaciones sahelianas en el siglo XX (Grist y Nicholson, 2001, pp. 1337-59. Nicholson y Grist, 2001, pp. 1733-57; Nicholson, 2013), lo que ha contribuido a la definición de la isoyeta 400 mm. en una posición más septentrional entre los siglos IX y XI, mostrando, pues, un Sahel altomedieval más al Norte de su actual latitud (fig. 3, donde se sitúa el hipotético límite del Sahel altomedieval).

2.3. Biomarcadores estudiados. Más evidencias del clima medieval en África Occidental

Casi a la vez que S. Nicholson construía su modelo, desde el punto de vista de la historia ecológica G. E Brooks (1985; 1986, pp. 49-53) propuso –gracias a los testimonios arqueológicos e historiográficos en torno al aprovechamiento de la tierra,

⁵ Si bien un estudio de Jung *et al.* (2006, pp. 5439-5454) pretende ver un aumento de la humedad por efecto ya no solo de una NAO+ que transporta más humedad del Atlántico tropical, sino por efecto de la circulación atmosférica nororiental, debido a la cálida temperatura del Mar Mediterráneo en verano de 2003 y su relación con la anormal proliferación de lluvias detectada en el Sahel.

las especies cultivadas y los cambios en los regímenes de lluvias en el África Occidental, y su relación con los movimientos de población al sur del Sahara y sus implicaciones en el comercio— una sucesión de periodos desde el 9000 a. C. En esa sucesión, incidía en una época de abundantes lluvias entre los años 700 y 1100, para pasar, a continuación, a una fase de progresiva desecación. Esa proliferación de la aridez significó la vuelta a las condiciones previas al Periodo Cálido Medieval, ya no solo en el área sahariano-saheliana, sino al Norte de aquella, esto es, el Marruecos histórico, que también sufrió un proceso de desecación, aunque más suave y no del todo uniforme, pues a partir de 1150-1200 remitió en aquellos lugares más influenciados por las presiones atlánticas. Algunos estudios sobre el clima histórico avalan, con sus correcciones, esa oscilación gracias a la síntesis de biomarcadores de la más variada naturaleza. Para este artículo se toma un muestreo de amplia geografía sobre cuatro síntesis de biomarcadores calibrados en una escala circunscrita a la horquilla 800-1300 dentro de la cual aconteció el Periodo Cálido Medieval (fig. 3)⁶. A pesar que la extracción de esos datos puede conllevar un cierto margen de desajuste, en líneas generales puede permitir apreciar con mayor perspectiva la evolución del clima⁷:

- a. El primer estudio a considerar (Till y Guiot, 1990, pp. 337-51) se sitúa en Marruecos, en la cordillera del Alto y Medio Atlas (franjas climáticas Csa y BSk), y sistematiza los datos de los anillos de los cedros del Atlas con los que se ha planteado la evolución del índice *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) desde el año 1049 en relación a dos trabajos anteriores (Esper, *et al.*, 2006, pp. 46-55; 2007). Sus conclusiones pueden sintetizarse en que antes de 1049 se habían dado unas condiciones de humedad considerables, que fueron a menos a partir de aquella fecha. A partir de ahí, y hasta 1250, se produjo una regresión ininterrumpida de aquellas condiciones, cuyos dos mínimos se sitúan en torno al año 1100 y entre los años 1200-1256. De esa fecha en adelante se reduciría el índice de forma intermitente hasta llegar a niveles positivos durante la Pequeña Edad de Hielo (fig. 4).
- b. La síntesis de las diatomáceas del lago Sidi Ali (cordillera del Atlas, Marruecos, 33°03'N-5°00'W), correspondiente a las franjas climáticas Csa y BSk, basada en una cronología a partir del ¹⁴C, refleja la tendencia PDSI arriba citada (fig. 5. Baker, 1994, pp. 223-34): El lago experimentó una reducción en su profundidad media en el periodo 800-1200 (~4 m.) en una tendencia que había arrancado desde el año ~910, que fue su momento de máxima profundidad, para alcanzar niveles históricamente

⁶ Existen numerosos artículos que abordan una gran cantidad de biomarcadores estudiados; incluso dentro de los propios trabajos relacionados en este texto. Estos abarcarían diferentes tipos de vegetación, elementos químicos, etc. que necesitarían para poder ser explicados desarrollar notablemente este artículo en detrimento de su objetivo. Así que para este trabajo se han seleccionado los más evidentes y fáciles de asimilar.

⁷ Estos estudios han sido más desarrollados en un trabajo mío en relación al surgimiento y expansión almorávide (Frey Sánchez, 2016a, pp. 225-53).

mínimos entre ~1140 y ~1250. Otro estudio publicado en 1999 ratifica los datos, aunque presenta una variación de sus niveles un poco más moderada (fig. 5. Lamb, 1999, pp. 325-43). En él se indica que, al igual que el anterior estudio, a partir del año ~1075 el descenso del nivel de sus aguas se aceleró; y que esa regresión fue más dramática entre 1150 y 1215. Sin embargo, a partir de esa última fecha sus niveles volvieron a aumentar, disparándose considerablemente desde 1250 en una tendencia destinada a superar a los anteriores, ya en plena Pequeña Edad de Hielo (fig. 5: cuadro matriz).

- c. Más al Sur, frente al Cabo Ghir (Marruecos), en las estribaciones de Anti-Atlas (bajo la influencia de las franjas climáticas BSh, BSk y, en menor medida, BWh), se tomaron muestras en dos sondeos para analizar la sedimentación marina, que devinieron en sendos estudios (Holz, *et al.*, 2007, pp. 499-508; McGregor, *et al.*, 2009, pp. 1434-1448): el primero (30°51'N-10°16.1'W) sobre la sedimentación a partir de los cambios climáticos (fig. 6: GeoB 6007-2), y el segundo (30°50.70'N-10°05.90'W) sobre los cambios en el uso de la tierra en ese territorio (fig. 6: GeoB 6008-1). Ambos estudios han revelado para la horquilla cronológica aquí reseñada unas notables aportaciones fluviales entre los años ~875 y ~1150, y divergentes crisis de esas aportaciones, siendo la más notable en el primer estudio que la sitúa entre los años 1200 y 1250 para recuperarse a partir de esa última fecha.
- d. Finalmente, respecto al área de la franja sudano-guineana, en un punto de influencia de la ZCIT, se cuenta con los datos de sedimentación del lago Bosumtwi (Ghana, 6°30'N-1°25'W), con los que se ha demostrado los efectos de la oscilación climática del Periodo Cálido Medieval en esa región y la influencia oceánica en toda su duración (Shanahan, *et al.*, 2009, pp. 377-80). En la figura 7 se puede apreciar la variabilidad del nivel del lago a partir del análisis del carbonato $\delta^{18}\text{O}$, documentándose un periodo de altos niveles entre el año 800 y el 1000, y registrándose un brusco descenso en esa fecha. Hacia ~1035 se rompe la tendencia descendente, aunque dura poco, pues en ~1050 la crisis se agudiza. Desde ese momento, y hasta 1300, se producen oscilaciones episódicas de más de veinte metros; más aún, si se observa el cuadro matriz, se podrá apreciar que desde ese último año y hasta ~1550 hay una notable recuperación de los niveles par volver a declinar en el periodo correspondiente a la Pequeña Edad de Hielo.

El muestreo permite advertir la desigual influencia del Periodo Cálido Medieval en la geografía del África Occidental, quedando patente la singularidad propuesta más arriba: un periodo húmedo entre los años 800 y 1050-1100, y una tendencia a la sequía desde esos últimos años hasta la mitad del siglo XIII, a partir de la cual se advierte una bajada de las temperaturas medias, y una cierta normalización del régimen de aguas a ambos lados del trópico.

A pesar de la regionalización del estudio, las figuras 1 y 2 permiten advertir que la tendencia fue generalizada durante ese siglo XIII. Por ejemplo, en la vecina península

Ibérica los biomarcadores sedimentarios muestran un aumento en la incidencia hídrica de los ríos atlánticos y mediterráneos conforme avanzó ese siglo (Benito, *et al.*, 2003, pp. 171-192; Valero-Garcés, *et al.*, 2006, pp. 24-49; Martín-Puertas, *et al.*, 2008, pp. 907-21); hechos que el testimonio de las fuentes escritas parece avalar con noticias cada vez más regulares sobre heladas, intensas y prolongadas precipitaciones, pero también sequías que afectaron a la productividad agrícola (Frey Sánchez, 2016b, pp. 127-58). En el territorio andalusí y magrebí también hay sustanciales noticias sobre los efectos de la oscilación climática a la baja durante el siglo XIII, siendo su primera mitad ciertamente abundante en sequías y sus efectos en la agricultura y sus pobladores, para cambiar, desde la mitad del siglo, como se verá más adelante, a un periodo mucho más estable e, incluso, próspero.

3. UNOS DETERMINADOS MARCOS HISTÓRICO Y ARQUEOLÓGICO

3.1. Secuenciación del origen y consolidación del fenómeno almorávide

Las fuentes históricas se refieren al fenómeno almorávide –vinculado al tronco berebere *ṣanhāya*– como la imposición de las tribus nómadas sobre las sedentarias dominantes en el actual Marruecos (Bosch Vilá, 1998; Abun-Nasr, 1987; Pastor y Villa, 1996; VV. AA., 2003; Messier, 2010). Estas tribus nómadas, sobre todo los *Lamtūna*, tenían su asiento en el límite septentrional de la franja del Sahel altomedieval (fig. 3), en vecindad con los reinos negros del Sur. Esa vecindad había provocado que, en alguna ocasión, hubieran unido sus fuerzas a sus vecinos los *Masūfa* y los *Ŷudāla*, tal y como ocurrió en el siglo IX en lo que se denomina de forma anacrónica como «confederación mauritana», que pivotó sobre la ciudad-oasis de *Awdagušt*, eje de las caravanas entre el Magreb al-Aqṣà (Ibn Abī Zar', 1964, pp. 229-230). Pero la confederación duró poco: al comenzar el siglo X estaba deshecha; momento que fue aprovechado por el reino de Ghana para presionar en la franja del Sahel (Ibn Jaldūn, 1855, p. 67). Esta presión parece que alentó a las tribus que habían formado aquella confederación a volver a unirse a principios del siglo XI, iniciándose una *ŷihad* con desigual éxito. En ese contexto aparecieron dos personajes aglutinantes que consiguieron prolongar la unidad de la confederación, y, a su vez, diseñar su futuro: el primero, el jefe político de la confederación, llamado *Yaḥya* b. *Ibrahīm*; el segundo, un cabecilla espiritual traído por aquel y asentado en un *ribāṭ* de la costa mauritana, llamado 'Abd Allāh b. *Yāsīn* (Ibn Abī Zar', 1964, pp. 231-242). Tras unos años de reorganización, hacia mitad de siglo (1049-1050) tuvieron lugar las primeras campañas de consolidación del núcleo almorávide entre la cuenca media del río Níger y la costa mauritana (Ibn Abī Zar', 1964, p. 243). Una vez conseguida la sumisión y unión de las tribus *ṣanhāya*, comenzó la expansión hacia el Norte, con la conquista de *Siŷilmāssa* entre 1053

y 1054 (Ibn Jaldūn, 1855, p. 73; Ibn Abī Zar', 1964, pp. 244-245). Tomada esta, regresaron brevemente al Sur para conquistar Awdagušt y, así, asegurar el control de los recursos económicos del territorio, fundamentalmente las rutas caravaneras (Miller, 2001, pp. 29-58). Es una época que marca la primera etapa de la expansión almorávide, todavía tímida. Su segunda etapa arrancó con la aparición en escena de Yūsuf b. Tāšufīn, y significa la ampliación de las conquistas al Atlas y las llanuras atlánticas del actual Marruecos desde finales del año 1056 o principios de 1057 (Ibn Jaldūn, 1855, p. 71; Ibn Abī Zar', 1964, pp. 245-48). Esta expansión supuso la asimilación de los zanāta, entre los cuales subsistían los Bargawāta, cuyo emirato estaba situado en las llanuras atlánticas, hasta el Atlas Medio, y fue combatido desde el 1059. A partir del 1062 o 1063, Tāšufīn se hizo definitivamente con el poder almorávide, consolidando la expansión en Magreb al-Aqṣà sin quitar la vista al Sudán (Lange, 2004, pp. 455-494). En 1082 finalizó la conquista del territorio con la toma de Ceuta (Ibn Jaldūn, 1855, p. 72 y ss.; Ibn Abī Zar', 1964, pp. 248-58).

Tradicionalmente la historiografía ha explicado aquella expansión desde el punto de vista étnico y reformista-religioso (Bosch Vilá, 1998, pp. 59 y ss.; Messier, 2010, pp. 27 y ss.). Actuales investigaciones han querido añadir cuestiones como la capacidad de presión sobre el comercio caravanero y la abundancia de recursos alimentarios para explicarla (p. e. Devisse, 1982, pp. 156-177; Abun-Nasr, 1987). Desde el punto de vista que defiende este trabajo, interesa el último factor, que reflejaría un coyuntural auge de los rebaños caprinos y camélidos; elemento reconocido tradicionalmente como fundamental en su dieta, ya que algunos historiadores se acogen al testimonio de las fuentes (p. e. Ibn Abī Zar', 1964, p. 228) para insistir en que no sabían cultivar la tierra, pese al dominio de las riberas del Dra'a, y el posterior de llanuras más fértiles. También, esto último contrastaría con lo que se sabe del anterior reino de Gangara, un conjunto de oasis entre valles y *'āwdiya* [pl. de *wadī*] en el Trab el-Hajra (Mauritania Central) y el Assaba (Sur de Mauritania), caracterizado por agricultores que cultivaban cereales en terrazas, recintos cerrados y dotados de canales de irrigación, en un probable paisaje de estricto control del agua debido a su dependencia de las precipitaciones; otro precedente, los Bāfūr, también sedentarios, luego absorbidos por los beréberes, si acaso concretaron con mayor ahínco la tradición agricultora en el Sahel, lo que hace pensar un afirmativo vínculo entre la tradición agrícola del territorio, su evolución en un panorama de clima cambiante en donde el Sahel se retraía hacia el Sur, y las tribus pre-almorávides⁸. E. A. McDougall (1982, pp. 6-7) ha llamado la atención sobre la relación que debía haber entre los habitantes sedentarios de los oasis y

⁸ «The discovery of the Gangara lands', writes geographer Charles Toupet, 'demonstrates that this [early] desert-edge civilization rested on a stable agricultural base, [was] well-established, relatively dense and capable of producing cereals [especially millet] in abundance» (McDougall, 1985, pp. 4-5). Véase también J. Devisse (1982, p. 171).

los pastores nómadas, sobre todo en función de las necesidades de complemento nutricional de la dieta de los últimos. Esto significa que, además de existir una gran influencia, en función de aquella relación, la extensión de unos podría haber conllevado la de los otros. En fin, el conocimiento de la demografía histórica es todavía oscuro, pero nada hace pensar que no estuviera sometida a condicionantes medioambientales, que algunos historiadores no dudan en señalar responsables de su evolución (Vernet, 1999, pp. 17-30)⁹. De hecho, M. Hajji (2003, pp. 17-36) ha tratado de vincular una sequía habida en el siglo IX, que diezmó los recursos ganaderos, con la citada confederación mauritana, y la búsqueda de recursos en el comercio caravanero. En todo caso, un nuevo vistazo a las fuentes escritas como el *Rawḍ al-Qirṭās* permite apreciar las referencias meteorológicas y sus repercusiones, entre ellas las sequías de los años 950 y 1020-1021; todas ellas compiladas en una síntesis de las que se suponen más destacables de todo el periodo histórico que abarca. Otra fuente, al-Bakrī, hace aparecer a los almorávides puntualmente en relación a la geografía de la ciudad-oasis de Awdagušt, la cual se describe con una relativa humedad en la primera mitad del siglo XI, pues fue terminado de componer en 1068¹⁰.

Por su parte, la lectura de los trabajos arqueológicos realizados en las ciudades-oasis, y su confrontación con los biomarcadores analizados pueden contribuir al debate. En ese sentido, existe desde hace tiempo interés por desentrañar las características medioambientales del territorio mediante el puntual estudio de alguno de sus emplazamientos más representativos como Awdagušt y Siyilmāssa (Robert, 1976, pp. 46-55; Devisse, 1982, pp. 168-71; Cortés Martínez, 2003, pp. 133-53). En el primero, estudiado tanto por A. Louhichi (1984) como por E. A. McDougall (1985, p. 10), se sabe que su decadencia vino pareja a una reducción del suministro hídrico, según han demostrado la evolución de los restos arqueológicos de las ocupaciones I, II y III: es decir, que hubo agua suficiente desde el siglo VII hasta mitad del siglo XI. Pero aún más claro fue el estudio de J. Poulet (1985, p. 239 y fig. 5) quien advertía que los niveles asociados a la destrucción del emplazamiento

⁹ «The demographic history of the era remains unknown. While climate and pasture conditions may have favoured population and herd expansion, periodic drought or fluctuations in the water table could also have occasioned relative over-population even without population growth. Both trends were probably evident at different periods and, in spite of their different natures, would have generated the need to expand traditional pasture and water claims and engage in warfare» (McDougall, 1985, p. 17).

¹⁰ «Awdaghust que es una ciudad grande, poblada y construida en un terreno arenoso, dominada por una gran montaña, completamente estéril y desprovista de vegetación (...) Alrededor de la ciudad hay jardines con palmeras datileras. El trigo se cultiva allí cavando con azadas, y se riega con cubos (...) Excelentes pepinos crecen allí, y hay algunas pequeñas higueras y algunas vides, así como plantaciones de alheña que producen una gran cosecha (...) [hay] pozos con agua dulce. El ganado y las ovejas son muy numerosos» (Al-Bakrī, 2000, p. 68). La traducción del inglés es mía.

por los almorávides –mitad del siglo xi, 1054– se correspondían con una mayor profundidad de los pozos y, por consiguiente, de la capa freática, lo cual se suponía por efecto de una disminución de la humedad en la zona, probablemente debido a una reducción del régimen de precipitaciones. En el segundo caso, en la ciudad-oasis de Siyilmāssa, de la que D. R. Lightfoot y J. A. Miller (1996, pp. 88-100) han hecho un estudio de su evolución, aquellos lograron apreciar un cambio en el curso de los ríos Rheris y Ziz a mitad del siglo xi, justo antes de la llegada de los almorávides; factor parejo al arranque de una fase expansiva del asentamiento entre ese siglo y el xii, tal y como apreciaron contrastando las descripciones de al-Bakrī e al-Idrīsī, y los estudios ceramológicos de L. Taouchikht (1996, pp. 221-52). Y aunque la vida de la ciudad-oasis se extendió más allá, su decadencia arrancaríase entre los siglos xii y xiii, siendo algo más tardía que la de Awdagušt¹¹.

3.2. Secuenciación del fin del califato almohade

La secuenciación del fin del califato almohade no plantea tantos problemas como el surgimiento y consolidación del movimiento almorávide. Esto se debe a una mayor profusión de datos escritos. Tradicionalmente el hito para explicar la inflexión almohade es la batalla de Las Navas de Tolosa, sin embargo lo cierto es que hasta las sublevaciones de al-‘Adil, al-Bayyāsī y Abū-l-‘Ulā Idrīs b. Ya‘qub tras la muerte del califa Yūsuf II (1224), y con la de Abū-l-‘Ulā al-Ma‘mūn (1226), no hubo atisbo de desintegración de su poder (Ibn Jaldūn, 1854, pp. 230 y 233-34; Al-Ḥimyarī, 1938, p. 72; Ibn ‘Idārī, 1953, p. 292). Son doce y catorce años; tiempo considerable en la vida de un hombre de aquella época. Ni siquiera aquellas fueron tan estruendosas que pusieron en jaque al califato. Así pues, si se sigue a las fuentes (Ibn Jaldūn, 1854, pp. 297-300, 306, 312, 340-342; 1855, p. 25 y ss.; Al-Ḥimyarī, 1938, pp. 143-145; Ibn ‘Idārī, 1953, pp. 303-305, 320-321 y 329-331; Primera Crónica General, 1955, p. 721; Ibn Abī Zar’, 1964, pp. 484, 497, 503-508 y 579-582; Al-Qalqašandī, 1975, p. 77) parece que el colapso almohade arrancó más adelante, cuando se produjeron las insurrecciones de Muḥammad b. Yūsuf b. Hūd (Ricote - Murcia, 1228), Abū Zakariyā’ Yaḥyā b. Ḥafṣ (Gabes - Túnez, 1229), Yagmurāsan b. Zayyān (Tremecén, 1235) y, finalmente, Abū Yaḥyā b. ‘Abd al-Ḥaqq (Fez, 1244). Y aunque el califato y sus estructuras se mantuvieron hasta 1268-69, cada uno de los emiratos citados se aupó como legítimo sucesor de la legalidad almohade, comenzando una pugna por el reconocimiento de su supremacía ideológica y material en el Mediterráneo Occidental (Martínez Enamorado, 2006, pp. 11-28). Con todo, mientras que el Magreb hubo una progresiva consolidación

¹¹ «In contrast, the last reference to Awdaghost the ‘trading town’ is al-Idrisi’s twelfth-century account in which Awdaghost is described as a small market with little water and a population subsisting on camels» (McDougall, 1985, p. 8).

del proceso atomizador, en al-Andalus las luchas intestinas azuzadas por la presión de los reinos castellano y aragonés conllevaron la aniquilación de todos los poderes constituidos entre 1228 y 1232, haciendo sobrevivir únicamente a al-Aḥmar, quien se atrincheró en Granada, fundando un sultanato que perduró hasta 1492. En ese proceso hay que destacar el fuerte protagonismo de las revueltas urbanas, motivadas por un descontento social, agudizado por el citado avance castellano-aragonés; un descontento que tenía una serie de causas interrelacionadas: la notable presión demográfica ejercida sobre esas ciudades procedente de la inmigración causada por la actividad bélica y la ocupación cristiana de territorios, y las condiciones de abastecimiento y subsistencia en esos territorios (Frey Sánchez, 2014, pp. 845-884).

La lectura detenida de las fuentes de ambas riberas del Mediterráneo se refiere a una serie de incidencias meteorológicas y climáticas significativamente más numerosa que en el periodo anterior a 1212. Así, si 1195 y 1207 fueron años fríos y de intensas precipitaciones, el bienio 1213-14, en contraste, fue tan frío y seco que provocó una carestía y una proliferación de epidemias en el Mediterráneo Occidental¹². Gracias a Ibn 'Idārī (1953, p. 279) e Ibn Abī Zar' (1964, p. 523) se sabe de una continuación de problemas climáticos en el Norte de África hasta 1221 con una sequía. Con posterioridad se documenta otra sequía en 1228, además de una inusual proliferación de epidemias, mortandades y carestías (Ibn 'Idārī, 1953, p. 203; Ibn Abī Zar', 1964, pp. 482, 484, 496, 525, 527 y 529); si bien se desconoce el origen de estas últimas. Sin embargo, a mitad de siglo XIII la tendencia torna opuesta: una fuente indirecta (Ghouirgate, 2011, pp. 255-266) indica que el ambiente se humedeció hasta el extremo de provocar una situación catastrófica en Ceuta debido a intensidad de las lluvias. Ese cambio parece coincidir, en líneas generales, con la tendencia observada en un conjunto de fuentes escritas europeas que caracterizaban al continente con una presencia mucho más constante del frío, vientos, aguaceros y nieve, sobre todo a partir de la crisis de los años 1258-1261 (Alexandre, 1987). En el Norte de África, sin embargo, se manifestó en una benignidad de las temperaturas y un incremento de la humedad, que se mantuvo más o menos constante hasta el siglo siguiente: de hecho, el fragmento del *Rawḍ al-Qirtās* (Ibn Abī Zar', 1964, pp. 572-73), referido al año 1258, se refiere a una insólita prosperidad. A pesar de ello, en un Imperio almohade en absoluto retroceso, la prosperidad de esos años no sirvió sino para acelerar su aniquilación de la mano de los Benimerines, sobre todo cuando las cosas se pusieron mal entre 1264-65 (Ibn 'Idārī, 1954, p. 294).

¹² En Castilla muere el rey Alfonso VIII aquejado de unas fiebres (Primera Crónica General, 1955, pp. 706-707; Anales Toledanos, 1993, pp. 177 y 224; Ibn Abī Zar', 1964, p. 523).

4. DISCUSIÓN

Los datos expuestos arriba sitúan dos hechos históricos trascendentales –los fenómenos almorávide y almohade– dentro del contexto cronológico del Periodo Cálido Medieval. Como se ha señalado, la repercusión de tal evento no fue del todo uniforme ni en el tiempo ni en sus efectos, tal y como han puesto de relieve los biomarcadores referentes al África Occidental. Estos apuntan, en líneas generales, a un aumento de la humedad ambiental debido a la influencia de la actividad oceánica y la circulación atmosférica durante la primera mitad del Periodo Cálido Medieval (~800~1050, en correspondencia con el aumento global de la temperatura), para, luego, divergir sensiblemente en sus tendencias durante la segunda mitad del evento climático.

En la franja del Sahel y limítrofes se advierte también la incidencia del Periodo Cálido Medieval. Observando la figura 8 –en la que se disponen los estadios culturales e hitos políticos, la progresión material de los emplazamientos de Awdagušt y Siŷilmāssa, y la evolución de las aguas– se puede apreciar que los primeros momentos de tal evento climático se sucedieron en medio de la denominada «Confederación Mauritana», cuyo eje se situaba en la ciudad-oasis de Awdagušt. Esta confederación, constituida, como se ha indicado más arriba, por los recién islamizados Masūfa y los Ŷudāla, era la vanguardia del Islam en el África Occidental, tal y como describe Ibn Abī Zar' (1964, pp. 229-30). En el momento de su concreción se estaba produciendo un aumento gradual de las temperaturas en el hemisferio y del régimen de humedad en su territorio, si acaso con cien años de adelanto sobre la fecha de arranque consensuada para el Periodo Cálido Medieval como adelantó el ecólogo G. E. Brooks (1985; 1986, pp. 49-53), y se observa en el cuadro matriz referente al lago Bosumtwi (fig. 7). Pero esa proliferación no repercutió en la confederación, sino en los reinos negros del Sur, que vieron, en el avance hacia el Norte del Sahel de la isoyeta de 400 mm. una oportunidad para expandir su área de influencia. Así, justo entre los años 900 y 1000, centuria de mayor expansión de la humedad, se documenta la influencia del reino de Gandara y del –todavía poco conocido– pueblo Bāfūr. A su vez, esa proliferación de humedad permitió un aún mayor desarrollo de la ciudad-oasis de Awdagušt, tal y como sus niveles de ocupación I, II y III demuestran; desarrollo que empezó a entrar crisis cuando comenzaron a remitir las generosas condiciones de humedad habidas hasta la fecha.

En efecto, avanzado el Periodo Cálido Medieval se advierte que entre los años 1000 y 1050 se produjo una ruptura en la tendencia, que afectó en forma de una disminución progresiva de la humedad relativa. Precisamente los estudios sobre el clima histórico se refieren a una similar ruptura entre los años 1000 y 1100, que J. M. Grove y R. Switsur (1994, pp. 143-69) aventuraron como el arranque del fin del Periodo Cálido Medieval, pues en los hielos glaciares se detecta en una horquilla crítica que va desde el año 1050 a 1150. De forma más afinada, W. T. Patterson *et al.* (2010, pp. 5308-5309) señalan que fuentes escritas como el Landnámabók –en referencia

a Islandia— podrían estar refiriéndose a ese coyuntural cambio de tendencia entre 1055-1056. Y en los Alpes, por ejemplo, U. Büntgen *et al.* (2006, pp. 5606-5623) han detectado en el verano del año 1046 una bajada inusual de temperaturas, casi tan crítica como la registrada en 1816 con la erupción del Tambora. De todo ello, en resumen, se advierte la posibilidad, pues, que en algunos lugares del hemisferio el Periodo Cálido Medieval y sus efectos fueran finalizando en esas fechas: así, los biomarcadores del lago ghanés Bosumtwi (Shanahan, *et al.*, 2009, pp. 377-380), que está situado más allá del extremo meridional del Sahel, anuncian a una tendencia a la sequía desde finales del siglo x y principios del xi, haciendo que el nivel de las aguas del lago no se recuperaran hasta entrado el siglo xiv, cuando el Periodo Cálido Medieval ya estaba plenamente finalizado (fig. 7). La coincidente información de Ibn Abī Zar' (1964, p. 223) sobre una dura sequía entre los años 1020-1021 tiene su reflejo en el sondeo GeoB 6008-1, realizado cerca del cabo Ghir —correspondiente a un área climática de variada pero similar incidencia como un posterior sondeo demostró (fig. 6)¹³— y apunta a una tendencia a la sequía en el Magreb tras un siglo x estable y relativamente lluvioso, que estaría indicando el inicio del cambio de ciclo, tal y como en su momento sintetizó G. E. Brooks (1986, pp. 50-51) cuando escribió la historia ecológica del África Occidental (McDougall, 1985, p. 14, nota 48). Pero no sería el único: desde un punto de vista de la arqueología si en su momento R. J. McIntosh (1998, p. 242) definió unas condiciones húmedas hasta el siglo xi y un avance de la aridez hacia el Sur a partir del siglo xii en la cuenca del Medio Níger, es decir más al sur del Hodh, J. Maley y R. Vernet (2013) verifican una tendencia similar en el delta interior del río Níger (Mali), haciendo hincapié en la regresión de la isoyeta 400 mm. Y ascendiendo en latitud, otros estudios arqueológicos han demostrado en el caso de la ciudad-oasis de Awdagušt un aumento de los problemas hídricos en forma de sequía progresiva y prolongada a partir de la mitad del siglo xi¹⁴. Todas estas evidencias tendrían su correspondencia con las fuentes escritas sobre la ausencia de sequías antes del año 1000¹⁵.

Ante esa situación, hay que llamar la atención en que la expansión almorávide arrancó en la primera mitad del siglo xi; justo cuando convergen aquellas evidencias sobre una crisis de la humedad en el Sahel. La apreciación no es nueva: E. A. McDougall (1985, p. 17) en su momento advirtió que la crisis de la humedad en la ciudad-oasis de Awdagušt podía haber llevado a los almorávides al Norte, a la conquista de Siyilmāssa;

¹³ Fundamentalmente el GeoB 7430, situado frente al cabo Bojador (Meyer, *et al.*, 2011; 2013, pp. 111-123).

¹⁴ «And the protective well-walls and drainage ditches of the later years indicate that at certain times of the year excessive (flood?) waters collecting in pools and streams threatened to pollute wells, caused damage to walls and foundations (noted above) and perhaps bred disease (especially malaria)» (McDougall, 1985, pp. 11 y 24-25).

¹⁵ La única sequía documentada es la del año 950 (Ibn Abī Zar', 1964, pp. 218-219).

afirmación indirectamente sostenida por R. Vernet (1999, pp. 17-30). Y J. Maley y R. Vernet (2013) aseguran haber documentado una breve fase de sequía entre 1050 y 1075 en el Sahel Occidental, que podría tener alguna relación con las conquistas meridionales de los almorávides. En síntesis, parece que los efectos que un día pudieron ser benéficos para el Sahel habían finalizado a mitad del siglo XI, lo que en poco tiempo dio paso entre esa última fecha y principios del XII a una progresiva desecación, que, luego, permitió el avance del desierto entre los siglos XIII-XIV en Awdagušt tal y como se documenta con la fase de ocupación VI (McDougall, 1985, p. 10). Esa última fase se correspondería, además, con los efectos de otra oscilación climática igual de compleja: el fin del Periodo Cálido Medieval y el anticipo de una Pequeña Edad de Hielo, la cual no parece que llegara a ser tan beneficiosa para el Sahel, debido a la ausencia de la convergencia ciclónica sobre el Golfo de Guinea descrita más arriba. En todo caso, esto permite dar una respuesta plausible a unos de los muchos factores que propiciaron el avance almorávide; en este caso climáticos: que ante un endurecimiento de las condiciones de vida, resulta factible considerar que las tribus sanḥāya advirtieran que en el norte marroquí las condiciones distaban al principio de ser tan duras como en el sur del río Dra'a. Y aunque la incidencia de la progresiva desecación ambiental les siguió en su viaje al Norte, su menor afección en este territorio les permitió prosperar y afianzar su estructura política con la fundación de Marrakech por Yusūf b. Tašufin en el año 1063.

Cuando se produjo la rebelión almohade en torno al año 1125, el *majzan* almorávide aparentemente estaba lejos de mostrar signos de crisis. No fue hasta la década de los cuarenta cuando, tras la conquista de Siyilmāssa por los primeros y el consiguiente corte del flujo caravanero, el debilitado aparato estatal almorávide devino en un estrangulamiento financiero motivado, entre otras cosas, por la imposibilidad de acrecentar los impuestos para su sostenimiento (Abun-Nasr, 1987, p. 86). Incluso aquella situación podría tener su reflejo en el clima histórico, tanto si se advierte por la figura 1 la bajada de las temperaturas medias hemisféricas entre 0,1 y 0,2 °C como si se tiene en cuenta una prolongada sequía de siete años (1139-1146) descrita por Ibn 'Idārī (fig. 8). En este sentido, sería tarea de otro trabajo más detallado analizar la crisis almorávide, el techo impositivo almorávide y la progresiva decadencia del régimen hídrico del África Occidental advertida en las aportaciones de agua al lago Sidi Ali y otros biomarcadores en el sentido de una posible relación de causalidad clima-productividad agraria-*majzan*.

Más allá, teniendo presente el año 1147 como el del definitivo triunfo del fenómeno almohade debido a la conquista de Marrakech, un vistazo a todos los biomarcadores permite advertir que aquel se gestó y desarrolló en un momento climático cada vez más severo, ya que incluso el Norte del río Dra'a estaba sufriendo los efectos de la regresión climática correspondiente a la desecación saheliana arrancada en el año ~1050 que continuaría hasta ~1250, para cuando el índice PDSI marca uno de los mínimos del periodo 1049-2000 (fig. 4) y los biomarcadores sobre la profundidad del

lago Sidi Ali también registran uno de los mínimos de profundidad de los dos últimos milenios (fig. 5). Por su parte, si los datos del sondeo GeoB 6007-2 encuentran su mínimo de aportaciones fluviales frente al cabo Ghir –también uno de los mínimos más acusados de los dos mil años estudiados– en el periodo 1200-1250 (fig. 6), se advierte, no obstante, una notable divergencia en el biomarcador GeoB 6008-1 que señala una etapa, la de 1150-1250, de valores parecidos al momento de mayor escorrentía (925-1075), lo cual puede ser achacable a aportaciones extraordinarias correspondientes a los deshielos del Atlas, pues existe una evidente coincidencia con la evolución de las temperaturas medias del hemisferio. Advertido todo esto, lo más significativo es que la potente connotación renovadora religiosa que empujó a los almohades tendría su lógica entre una población exasperada que no dejaba de sufrir los efectos del clima oscilante a la baja, porque, si se observa la figura 8, su triunfo y consolidación se halla en pleno retroceso del régimen de aguas lacustres y vertientes, lo que unido al índice PDSI denotaría un descenso de las precipitaciones medias y su impacto en la población, como se advierte en el hecho arqueológicamente contrastado de que la ciudad-oasis de Siyilmāssa frenara su desarrollo *ca.* 1175 (Lightfoot y Miller, 1996, pp. 97-99). De cómo el califato almohade logró subsistir durante un siglo tampoco es objeto de este trabajo, aunque está claro –si se observa su final– que debió valerse de la fuerza y de potentes equilibrios institucionales.

A interés de este estudio es la crisis final almohade. De este modo, resulta altamente llamativo que la decadencia del *majzan* almohade –desarrollada ésta en un ambiente climático de bajada de temperaturas medias de $\sim 0,2$ °C desde su surgimiento y de $\sim 0,35$ °C desde el punto álgido del Periodo Cálido Medieval (fig. 1), y de desecación cada vez más acusada– se halla documentada a partir de los años veinte del siglo XIII, justo cuando pueden apreciarse los «fondos de valle» en casi todos los biomarcadores relatados, incluidos los impactos de las influencias. Disponer de ellos puede permitir ahora completar las conclusiones de un trabajo publicado en que hacía mención a una relación entre las crisis agrícolas y las crisis políticas del Occidente musulmán de ese siglo (Frey Sánchez, 2016b, pp. 127-158).

En efecto, cuando más atrás se han secuenciado los hechos históricos correspondientes al final del califato almohade, se hacía especial mención a unas fechas concretas –los años de 1224, 1226 y 1228– un tanto alejadas de la debacle de Las Navas de Tolosa, lo que podía hacer suponer que su final tuvo más de implosión que de efectos políticos externos. Dentro del abanico de causas estudiadas en aquel trabajo se aludía al impacto del clima oscilante a la baja; aspecto que puede apreciarse acudiendo a las figuras 6 y 8 para verificar la afirmación; sobre todo cuando las revueltas de aquellos tres años citados son prácticamente coincidentes con el punto más bajo de las aportaciones fluviales estudiadas en el cabo Ghir con el sondeo GeoB 6007-2. En ese sentido, uno de los factores que me empujaron a estudiar la incidencia del cambio climático en los fenómenos políticos fue notar la crisis de la productividad agrícola –entendida como producción y generación de riqueza– en el

Norte de África. Para ello tomaba tres estudios realizados por R. Vernet (1976, pp. 31-62; 1980, pp. 321-35; 1982, pp. 253-68) que llamaban la atención sobre los vaivenes de la exportación e importación de grano en el Norte de África, Magreb e Ifriqiya. En líneas generales, estas señalaban que partir de finales del siglo XII —desde 1195— se produjo una secuencia de depresiones en la producción de grano en el Magreb que se extendió durante las tres cuartas partes del siglo XIII, poniendo, si acaso, énfasis en el periodo 1226-1242. Los ciclos de carestía computados comprendían los años 1195 y 1324, los cuales, en algunos momentos como los años 1226-1227 y 1232-1242, podían guardar alguna relación con los episodios políticos que conllevaron la desaparición del califato almohade (Frey Sánchez, 2016b, pp. 149-151).

Desde un punto de vista del estudio del clima histórico, una primera aproximación realizada a través de una síntesis de los biomarcadores de los cedros del Atlas parecía coincidir con los episodios de crisis agrícolas y hambrunas descritas por las fuentes. De hecho, para C. Till y J. Guiot (1990, p. 347), estaba claro que después de un periodo de relativa estabilidad en el régimen de precipitaciones, hubo otro ciclo entre 1186 y 1234, de una sequía casi tan severa como la que había azotado al África Occidental a finales del siglo XI y principios del XII (Esper, *et al.*, 2007). Los biomarcadores ahora expuestos (figs. 5, 6 y 7) no hacen sino sancionar aquellos planteamientos de forma que las condiciones climatológicas se habían endurecido considerablemente al iniciar el siglo XIII. Y el registro arqueológico de Awdagušt o Siyilmāssa no deja a lugar a dudas sobre el —entonces— ya largo impacto de la desecación regional. Así, por ejemplo, en el primero, en las ocupaciones correspondientes a los siglos XII y XIII (ocupaciones IV, V y VI), E. A. McDougall advertía de un avance de la desertificación y un notable empobrecimiento de su estructura urbanística; un proceso que, como ya se ha apuntado más arriba, había arrancado a finales del siglo XI, hasta el extremo que el declive de la ciudad-oasis fue progresivo en adelante; incluso —según A. Louhichi— más acelerado una vez comenzado el siglo XII¹⁶. En el segundo caso D. R. Lightfoot y J. A. Miller (1996, pp. 83 y 97) se refirieron a un horizonte en el año 1255, verificado en la posterior síntesis de F. X. Fauvelle *et al.* (2014, pp. 1-17), cuando la ciudad abandonó la obediencia almohade, entrando en una fase de decadencia —que anticiparía su colapso en 1393— producto, entre otros factores, del cambio de las rutas comerciales.

Aquella fecha de 1255 es importante, pues puede advertirse coincidente con cada uno de los biomarcadores estudiados que muestran que a partir de la mitad del siglo XIII se produjo una ruptura de la tendencia crítica del Periodo Cálido Medieval, sucediéndose una progresiva recuperación de las condiciones de humedad, sobre todo en aquellos lugares donde la influencia atlántica podría aportar mayores tasas de precipitaciones. Además, si se observan las figuras 1 y 2, sobre todo en la matriz

¹⁶ Con todo llama la atención lo que apunta: «From the early twelfth century, it would appear that nomads from the surrounding region began to install themselves in the neighbourhood of the town» (McDougall, 1985, pp. 10-11; Louhichi, 1984).

de la segunda, donde la influencia volcánica a partir de 1250 es muy notable –incluso mayor que la ejercida por la erupción del Tambora en 1816–, se aprecia que el cambio de tendencia fue global y no exclusivamente regional, pues las simulaciones presentan una bajada de temperaturas superficiales globales, y un aumento de la humedad de forma generalizada en todo el Hemisferio Norte (Hughes y Díaz, 1994, pp. 109-142; Bradley, *et al.*, 2003b, pp. 105-141; Bradley, *et al.*, 2003a, pp. 404-405; Soon y Baliunas, 2003, pp. 89-110; Jones y Mann, 2004; Mann, *et al.*, 2009, pp. 1256-1260; Goosse, *et al.*, 2012b, pp. 35-47). La violentísima erupción del volcán Samalas en Indonesia, fijada entre mayo y octubre de 1257 (Lavigne, *et al.*, 2013, pp. 16742-16747), que liberó la mayor cantidad de sólidos de todo el Holoceno –del orden de 40 km³– a la estratosfera podría considerarse el mayor y uno de los últimos eventos volcánicos de un periodo de gran actividad registrado por R. B. Stothers (2000, pp. 361-74), quien ha incidido en un ciclo de intensidad volcánica situado entre el último cuarto del siglo XII y la primera mitad del XIII, cuya influencia pudo haber acelerado el cambio de tendencia desde principios de siglo (Goosse, *et al.*, 2012b, pp. 35-47). Los cinco años estimados de efectos sobre la atmósfera de la citada erupción serían suficientes para dejar su impresión en algunos de los biomarcadores –generales y locales– en correlación con la segunda mitad del siglo, cuyas tendencias parecen coincidir a grandes rasgos con las descripciones estadísticas manejadas por R. Vernet con respecto a la productividad agrícola del Norte de África (fig. 9). En mi caso, ya puse de manifiesto que algunas fuentes escritas magrebíes como Ibn Abī Zar’ se refieren a un cambio de tendencia a partir de 1258; tendencia –al margen de las graves repercusiones de la erupción de 1257– que se agravarían conforme avanzara el siglo¹⁷.

Aquellas fuentes escritas dejan entrever ya no solo una rica productividad de los campos que acompañó a una cierta estabilidad de los sultanatos sucesores del Imperio almohade, sino una prosperidad en cuanto al comercio de grano con potencias europeas menos benignamente sacudidas por la crisis del Periodo Cálido Medieval por su latitud. En efecto, desde el bienio 1213-1214, en Europa se sucedían las malas cosechas: esto está claro gracias a los estudios sobre carestía y hambrunas medievales o tardo-medievales, que pusieron de manifiesto, en ocasiones, su relación con eventos meteorológicos más o menos adversos, haciendo que los episodios del siglo XIII sirvieran de precedente estructural a la gran crisis del XIV (Alexandre, 1977, pp. 183-197; 1987; Le Roy, 1983; VV. AA., 1990; Dyer, 1991; Benito, 2004, pp. 179-194; 2007, pp. 79-110). Así, en la península Ibérica hubo hambrunas en 1207; continuaron entre 1213 y 1214; constan malas cosechas debido a intensas precipitaciones entre 1215 y 1217; hubo heladas en 1233-1234; y, a partir de 1258

¹⁷ La cita es necesaria: «El año en que subió al poder el emir de los musulmanes Abū Yūsuf, concedió Dios a los magrebíes sus bendiciones y derramó sobre ellos sus bienes y la gente gozó de una abundancia y de una felicidad que nadie puede describir ni agradecer; se vendía entonces la harina en Fez y otras ciudades de al-Magrib (...) y el trigo (...) la cebada (...) y las habas y demás leguminosas no tenían precio ni había quién las comprase» (Ibn Abī Zar’, 1964, pp. 572-573).

arrancó una década terrible que, incluso, afectó a los tributos castellanos (Aguadé, 1989, pp. 243-270; Rodríguez, 2007, pp. 199-219; Reglero, 2011, pp. 309-342). Las continuas afirmaciones al respecto entre ese año y 1268 se suceden en las actas de las Cortes celebradas entonces (Reglero, 2011, p. 314). Más encerrada y dependiente de sus lazos con Francia, Castilla y León tuvo que endurecer su política colonial frente a los mudéjares de los territorios sometidos entre 1213 y 1248, lo que pudo terminar provocando la revuelta mudéjar en Andalucía y Murcia entre los años 1264 y 1266 (Rodríguez Llopis, 1997, pp. 173-200). Todos estos datos contrastan, sin embargo, con la vecina Corona de Aragón en la cual, según los estudios de Ch. E. Dufourcq (1969), R. Vernet (1980, pp. 321-335), A. Riera (1991, pp. 35-73; 2011, pp. 87-143), P. Benito (2003, pp. 39-62) y A. Furió (2011, pp. 343-416), aunque se produjeron situaciones extremas como, por ejemplo, en el bienio 1224-1226, el conjunto de sus habitantes no sufrió una hambruna general debido a una política de comercio de grano a partir de 1254-1257 con el Norte de África, tal y como estaban haciendo sus competidoras las repúblicas italianas (Laliena, 2008, pp. 445-456). En fin, todo ello no hace más que demostrar el cambio de tendencia registrada y, sobre todo, los efectos en su umbral propuesto, provocados por la erupción de 1257.

5. CONCLUSIONES

Con este trabajo se ha discutido si un contexto climático como el Periodo Cálido Medieval puede identificarse en el proceso del surgimiento y expansión almorávide, y la crisis y desaparición del fenómeno almohade en el Magreb al-Aqṣà. Para ello se hace un análisis actualizado y regional de un gran evento medioambiental que afectó a la totalidad del planeta, y se manifestó de diferentes maneras tal y como se ha expuesto a lo largo del texto. Ello no quiere decir que fuera único y determinante en la sucesión de hechos que determinaron la evolución de los dos grandes constructos políticos africanos, ya que es evidente, tal y como se manifiesta más claramente en la desintegración del califato almohade, que hubo otras causas mucho más fundamentales aún en el proceso de implosión de sus estructuras como la crisis de la productividad agrícola, el papel de las poblaciones hostigadas o la lucha por la legitimidad política. En mi argumentación el clima adquiere un papel complementario; en todo caso catalizador procesos políticos, sociales y económicos propios de las sociedades preindustriales, donde un clima alterado podía tener un papel mucho más crítico que en la actualidad. En ese sentido, la coincidencia del Periodo Cálido Medieval en su apogeo y declive con el periodo histórico de existencia de los «imperios» magrebies mueve a plantear su estudio como marco en el proceso político y social.

La síntesis sobre los estudios del clima, y su repercusión en el África Occidental, parecen indicar que el Periodo Cálido Medieval fue desigual en el espacio y el tiempo. Si en algunos puntos del planeta arrancó en el siglo IX, en otros lo hizo doscientos

años después; incluso su final también estaría sometido a semejante irregularidad, fruto de innumerables influencias. Más aún, los recientes estudios demuestran que las diferencias sobre el impacto del clima o la meteorología oscilante pudieron llegar a ser altamente irregulares a nivel regional como parece que así ocurrió en el Magreb al-Aqṣà y sus regiones vecinas como por ejemplo el Sahel. En efecto, si en Europa el Periodo Cálido Medieval se manifestó con más virulencia a partir del siglo x, en el texto se ha aludido a investigadores que adelantaron que en el Sahel pudo haber mostrado su cara incluso antes del 800 en forma de una humedad generalizada. Solo de este modo se explica que tanto las fuentes escritas como las arqueológicas coincidan y presenten dos centurias generosas en lluvias en el Sahel –las de 800-1000– muy probablemente por efecto convergente del NOA, un Mediterráneo más cálido y las presiones ecuatoriales.

Se ha podido apreciar, además, que en la primera mitad del siglo xi (entre los años ~1000 y ~1050) se produjo una crisis coincidente con el mínimo solar de Oort, que se manifestó en una reducción gradual de la humedad en aquella región, muy posiblemente por el efecto de aquel mínimo solar en la circulación atmosférica. Con esa modificación de las condiciones, que supuso una notable modificación del impacto del Periodo Cálido Medieval en aquel territorio, arrancó un proceso de progresiva aridez en el Sahel descrita en las fuentes escritas, y también detectada en el registro arqueológico de los niveles de ocupación tanto de Awdagušt como de Siyilmāssa, cuyos horizontes coinciden con la aparición de los almorávides. Más aún, de la misma forma que el Periodo Cálido Medieval había afectado al África saheliana, también lo hizo en el Magreb al-Aqṣà aunque con menor virulencia como han demostrado los registros del PDSI.

Aquel periodo de humedad y su crisis enmarcada en el Periodo Cálido Medieval registrado a nivel global y, más particularmente, por biomarcadores regionales permiten enmarcarlo en el mismo momento en que se produjo la expansión almorávide a partir de los años 1045-1054. En efecto, a lo largo del trabajo se ha advertido de la coincidencia de las fuentes escritas y arqueológicas con aquel horizonte crítico situado a mitad del siglo xi que logran poner de manifiesto los biomarcadores relacionados. Así, en un artículo anterior en que analizaba al detalle este fenómeno político y su posible relación con la oscilación climática, advertía de su huída hacia todas partes desde un Sahel en retroceso por efecto del deslizamiento hacia el Sur de la isoyeta 400 mm, de forma que los efectos de la desecación, que también se advertían en la frontera con los reinos negros –gracias a los biomarcadores del delta interior el río Níger o el Lago Bosumtwi–, podrían ser una forma más de explicar el formidable empuje que acompañó al ímpetu religioso. Su estabilización en el área de Marrakech, en forma de fundación de su capital, haría plausible aquella afirmación. Esa situación queda verificada por algunos registros como el índice PDSI de los cedros del Atlas (fig. 4) y los aportes fluviales relatados en el sondeo GeoB 6008-1 (fig. 6), los cuales sugieren una humedad más o menos

constante desde el arranque del siglo XII, si bien, en líneas generales la tendencia de todos los biomarcadores es de un empobrecimiento de las condiciones de humedad conforme avanzaba el siglo XII, lo que, en definitiva, no deja lugar a dudas sobre la forma en que se manifestaba el Periodo Cálido Medieval en su fase de retracción.

En ese sentido, gracias a aquellos mismos biomarcadores se puede apreciar que el momento de mayor incidencia de la oscilación climática se correspondería con el periodo histórico del califato almohade, el cual debió enfrentarse con lo que las fuentes escritas y arqueológicas permiten identificar como algunos de sus efectos tales como sequías, escasez y epidemias. En efecto, esa crítica situación está mucho mejor documentada que el periodo del propio arranque del Periodo Cálido Medieval, al menos respecto a los testimonios escritos, que son más abundantes en ambas riberas del Mediterráneo. De hecho, en Europa se produce un enfriamiento que se manifiesta en los textos a partir de los últimos años del siglo XII, y que las tendencias globales reflejadas en las figuras 1 y 2 confirman a lo largo del siguiente siglo. Si las simulaciones hacen claro ese enfriamiento en el continente europeo, que, además vino acompañado de un aumento de la humedad en forma de precipitaciones y nevadas, en el Norte de África, el proceso de desecamiento que había arrancado a principios del siglo XI, y se había consolidado a mitad del siglo en el Sahel, alcanzó el Magreb al-Aqṣà, dejando claro que el Periodo Cálido Medieval había llegado a su fin también en esas latitudes. Así, algunos biomarcadores como los referidos en las figuras 4, 5 y 6 son muy explícitos y muestran un intervalo ~1200~1250 extremadamente crítico con respecto al periodo 800-1300. La causalidad de tal fenómeno climático, expresada en las figuras 8 y 9, es, a mi juicio, lo suficientemente explícita al confrontar los biomarcadores y los acontecimientos políticos de la primera mitad del siglo XIII, correspondientes a la implosión del califato almohade, porque muestran el alcance de la oscilación climática, sus consecuencias en el régimen de humedad del Magreb al-Aqṣà, y la forma en que este último se modificó abruptamente a causa de los efectos de evento volcánico de 1257. Por si queda alguna duda, el horizonte de inicio de la decadencia de la gran ciudad caravanera de Siŷilmāssa queda establecido en 1255.

La acumulación de evidencias sobre la oscilación climática y la coincidente plasmación en fuentes escritas y arqueológicas de sus efectos merecen, acabando, una eficaz demostración de índole epistemológica, destinada a establecer una certera causalidad entre el evento y sus efectos. Si en el caso del naciente fenómeno almorávide hay que ser prudente en cuanto a su posible relación con la crisis del Periodo Cálido Medieval en el Sahel, establecer un vínculo entre la crisis del evento climático y la desintegración del califato almohade resulta, en cambio, una propuesta más sencilla. La sucesión de acontecimientos meteorológicos desastrosos descritos por Ibn 'Iḍārī y Ibn Abī Zar' en el Magreb al-Aqṣà y al-Andalus, y por las crónicas y documentos de las cancillerías de los reinos de Castilla, León y Aragón no dejan lugar a dudas sobre la virulencia del clima y su afcción sobre la productividad agrícola y, en último término, sobre los habitantes de los territorios. Tal es así que resulta muy sugestivo

considerar que aquellas crisis caracterizadas por una meteorología hostil, que devinieron en hambrunas, enfermedades y eferescencia social, tuvieron mucho que ver en el proceso de implosión del *majzan* almohade, su descomposición en fuerzas centrípetas, y la desesperada necesidad de los andalusíes de defenderse, todo ello, precisamente, durante la primera mitad del siglo XIII. Que, finalmente, en ese proceso de enfriamiento del hemisferio un excepcional evento, que azotaba duramente al continente europeo, contribuyera a dar una cierta estabilidad al Norte de África a partir de 1258 cuando el número de noticias sobre malas cosechas desciende notablemente, no hace sino verificar la causalidad entre el fenómeno climático global, sus efectos meteorológicos y su plasmación en las fuentes escritas.

6. AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a los profesores C. Reglero; J. S. Carrión; R. Vernet y J. Maley su ayuda para acceder a cierta bibliografía fundamental.

7. FIGURAS

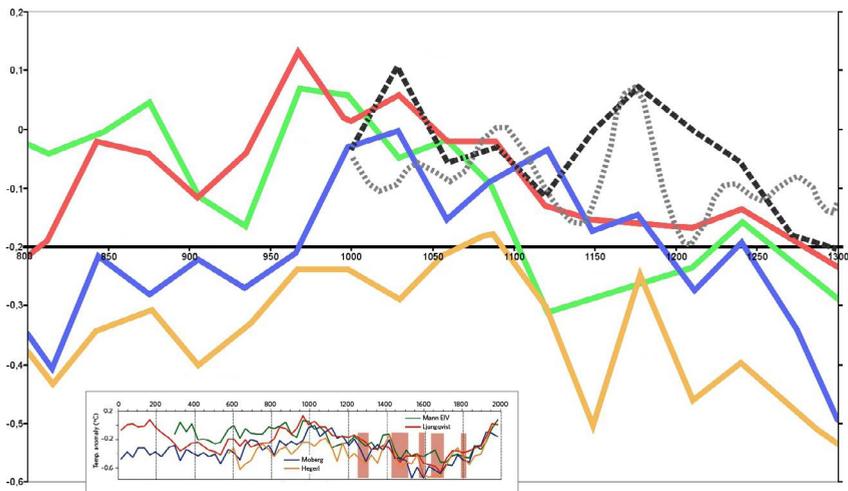


Figura 1. Reconstrucción de las temperaturas medias en el periodo 800-1300. Verde: Mann, *et al.*, 2008. Rojo: Ljungqvist, 2010. Azul: Moberg, *et al.* 2005. Amarillo: Hegerl, *et al.*, 2006. Gris-discontinuo: Mann, *et al.*, 1999, p. 759 Negro-discontinuo: Page 2k Consortium, 2013.

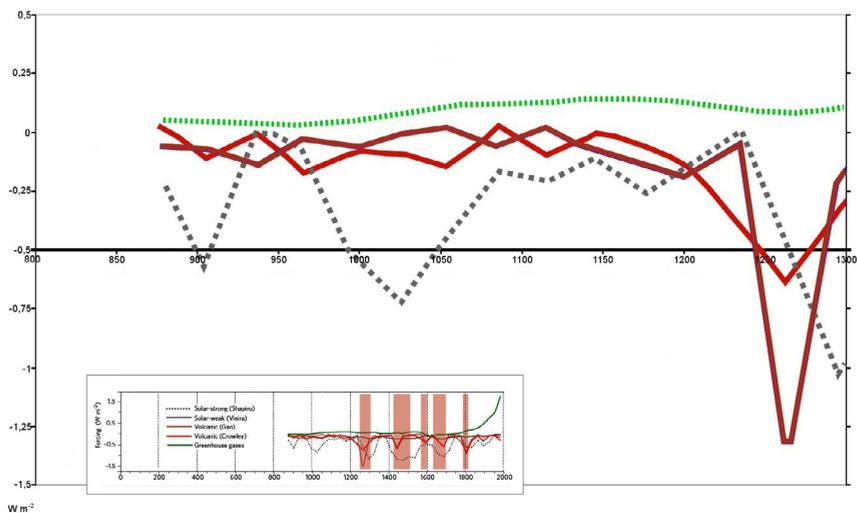


Figura 2. Impacto de las influencias estudiadas. **Rosa:** Influencia volcánica. De Gao, *et al.*, 2008. **Rojo:** Influencia volcánica. De Crowley y Unterman, 2012, p. 28. **Gris-discontinuo:** Sol-fuerte. De Shapiro, *et al.*, 2011. **Verde-discontinuo:** Gases efecto-invernadero. De Page 2k Consortium, 2013, pp. 339-346.

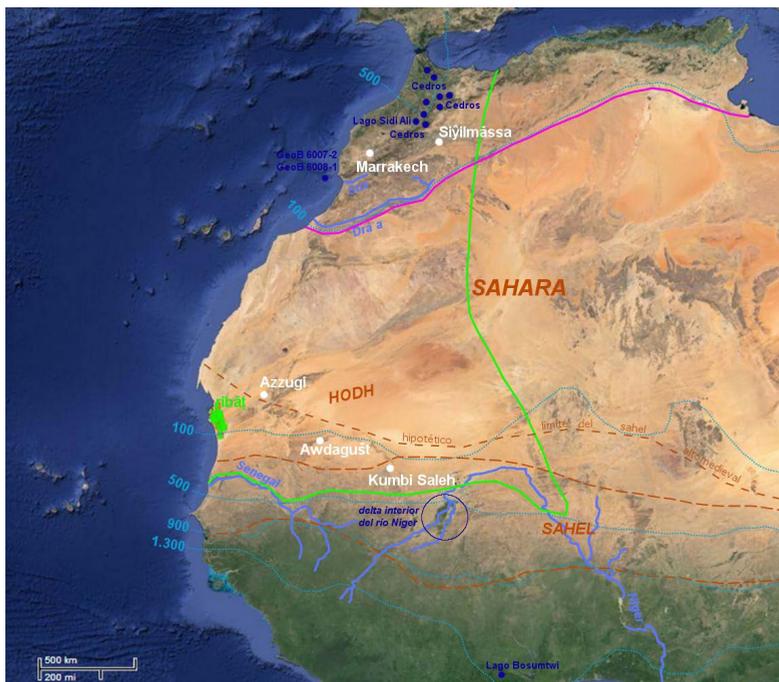


Figura 3. Geografía del África Occidental. Emplazamientos históricos, posicionamiento de las actuales isoyetas y ubicación de los biomarcadores. También se recogen los límites de expansión almorávide (verde) y almohade (violeta). Base cartográfica: Google Earth.

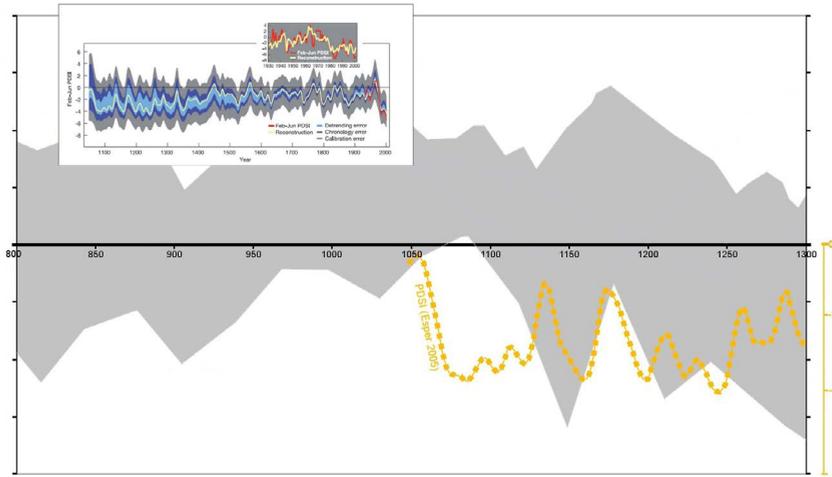


Figura 4. Reconstrucción del índice PDSI correspondiente al intervalo feb-jun. De Esper, *et al.*, 2007, fig. 2. El fondo gris es el espectro de máximas y mínimas de las temperaturas medias del hemisferio norte de la figura 1.

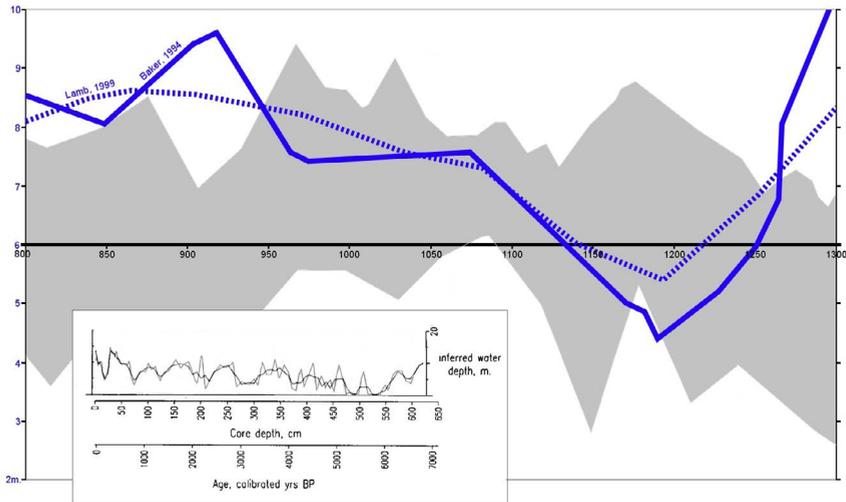


Figura 5. Nivel del lago Sidi Ali entre 750-1250. **1994:** Aproximación al nivel de profundidad según el testigo SA-C calibrado del Planktonic/Litoral ratio. De Barker, P. A. *et al.*, 1994, p. 233, fig. 7. **1999:** Nivel de profundidad calibrado según el Planktonic/Litoral ratio. De Lamb, *et al.*, 1999, p. 339, fig. 8). El fondo gris es el espectro de máximas y mínimas de las temperaturas medias del hemisferio norte de la figura 1.

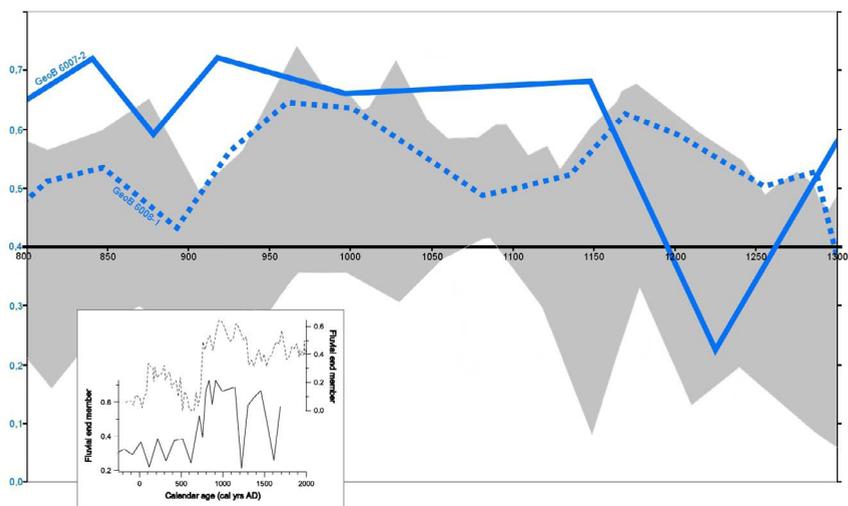


Figura 6. Biomarcadores recogidos en los sondeos marinos GeoB 6008-1 y 6007-2. El índice de las aportaciones fluviales se ha calculado a partir del tamaño de las partículas. De McGregor, *et al.*, 2009, p. 1441, fig. 5. El fondo gris es el espectro de máximas y mínimas de las temperaturas medias del hemisferio norte de la figura 1.

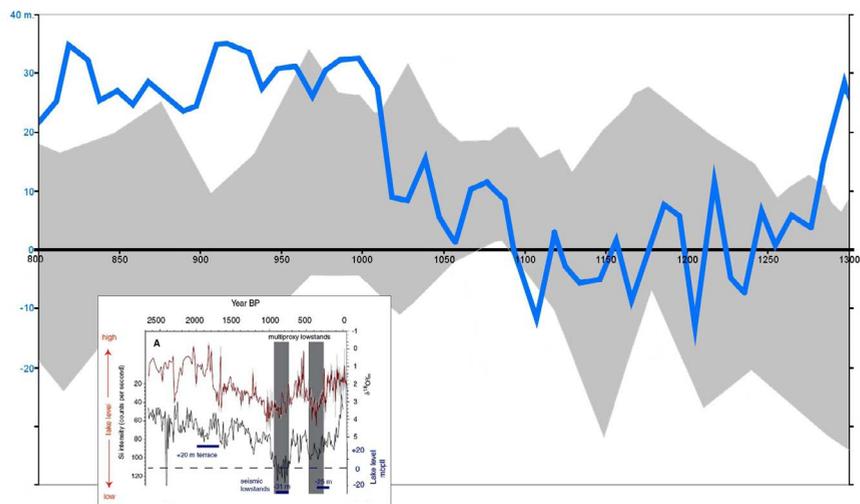


Figura 7. Nivel de las aguas del lago Bosumtwi, a partir del estudio de carbonato $\delta^{18}O$. El valor 0 representa su nivel actual. De Shanahan, Th. M., *et al.*, 2009, p. 378, fig. 2. El fondo gris es el espectro de máximas y mínimas de las temperaturas medias del hemisferio norte de la figura 1.

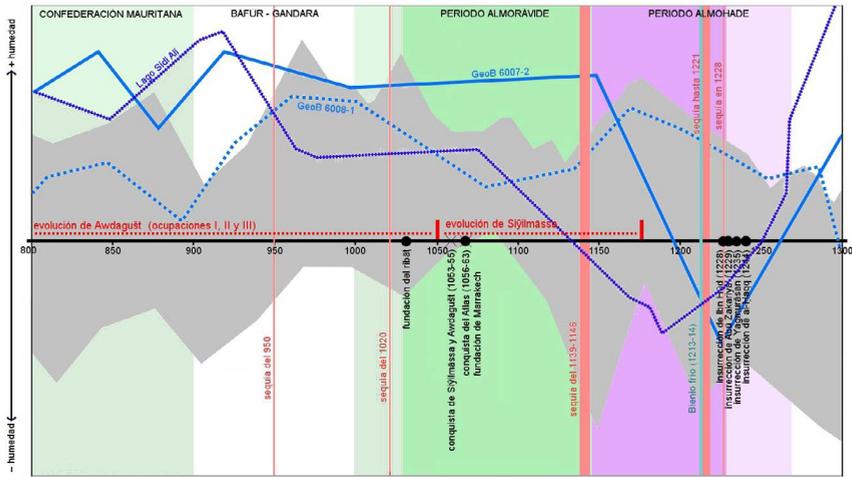


Figura 8. Esquema de los estadios político-culturales del África Occidental con la evolución de algunos biomarcadores representativos. Cada uno de ellos tiene un color que los delimita. El fondo gris es el espectro de máximas y mínimas de las temperaturas medias del hemisferio norte de la figura 1. Los impactos meteorológicos como sequías y fríos también están representados en bandas de color. Los puntos negros hacen mención a las sublevaciones antialmohades.

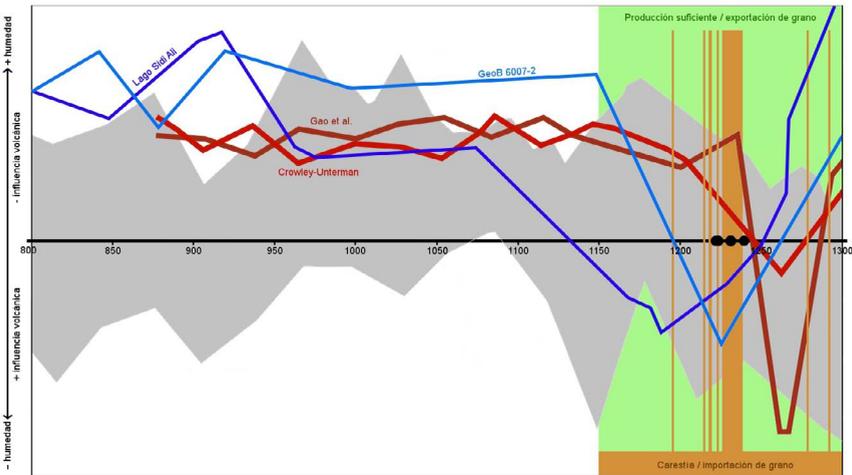


Figura 9. Esquema de los periodos de exportación de grano (verde) y carestías (marrón) del Magreb al-Aqshá registrados por R. Vernet en (1982, pp. 252-268) en relación con la influencia volcánica y la evolución de los biomarcadores relacionados con las aguas continentales (nivel del lago Sidi Ali según la figura 5), y las aguas vertientes (sondeo 6007-2 de la figura 6). El fondo gris es el espectro de máximas y mínimas de las temperaturas medias del hemisferio norte de la figura 1. Los impactos de carestía son: 1195, 1220, 1226-27, 1230, 1232-42, 1281 y 1294.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. Fuentes

Al-Bakrī (2000). *Al-Masālik wa'l-Mamālik*. Levtzion, N y Hopkins, J. F. (eds. y trads.). *Corpus of Early Arabic Sources for West Africa*. New York: Marcus Weiner Press.

Al-Ḥimyarī (1938). *Kitāb al-Rawḍ al-Mi'tār*. Lévi-Provençal, E. (ed. y trans.). *La Peninsule Iberique au Moyen Age d'après le Kitāb al-Rawḍ al-Mitar*. Leyden: E. J. Brill.

Al-Qalqašandī (1975). *Ṣubḥ al-A'ša*. En Seco de Lucena, L. (ed. y trad.). Valencia: Anubar.

Anales Toledanos (1993). En Porres Martín-Cleto, J. (ed.). Toledo: Instituto Provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos.

Ibn Jaldūn (1854). *Kitāb al-'Ibar*. McGuckin De Slane, W. (ed. y trans.). *Histoire des Berbères et des dynasties musulmanes de l'Afrique Septentrionale*, volumen I. Argel.

Ibn Jaldūn (1855). *Kitāb al-'Ibar*. McGuckin De Slane, W. (ed. y trans.). *Histoire des Berbères et des dynasties musulmanes de l'Afrique Septentrionale*, volumen II. Argel.

Ibn 'Idārī (1953). *Kitāb al-Bayān al-Mugrib*. Huici Miranda, A. (ed. y trans.). *Colección de Crónicas Árabes de la Reconquista* volumen I. Tetuán: Instituto de Estudios e Investigación Hispano-Árabe.

Ibn 'Idārī (1954). *Kitāb al-Bayān al-Mugrib*. Huici Miranda, A. (ed. y trans.). *Colección de Crónicas Árabes de la Reconquista* volumen II. Tetuán: Instituto de Estudios e Investigación Hispano-Árabe.

Ibn Abī Zar' (1964). *Rawḍ al-Qirṭās*. Huici Miranda, A. (ed. y trans.). Valencia: Anubar Ediciones.

Primera Crónica General (1955). Menéndez Pidal, R. (ed.). Madrid: Gredos.

8.2. Literatura

- Abun-Nasr, J. M. (1987). *A History of the Maghrib in the Islamic Period*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Aguadé Nieto, S. (1989). En los orígenes de una coyuntura depresiva la crisis agraria de 1255 a 1262 en la Corona de Castilla. *Anuario de Estudios Medievales*, 19, 243-270.
- Alexandre, P. (1977). Les variations climatiques au Moyen Âge (Belgique, Rhénanie, Nord de la France). *Annales E.S.C.*, 32, 183-197.
- Alexandre, P. (1987). *Le climat en Europe au Moyen Age, contribution à l'histoire des variations climatiques de 1000 à 1425, d'après les sources narratives de l'Europe occidentale*. Paris: Editions de l'Ecole des hautes études en Sciences Sociales.
- Anderson, R. Y. (1993). The Varve Chronometer in Elk Lake: Record of Climatic variability and Evidence for Solar/Geomagnetic-¹⁴C-Climate Connection. En J. Piatt Bradbury y W. E. Dean (eds.), *Elk Lake, Minnesota: Evidence for Rapid Climate Change in the North-Central United States*. Volume 276 of Geological Society of America Special Paper (pp. 45-68). Colorado: Geological Society of America, Colorado.
- Arié, R. (1984). España Musulmana (siglos VIII-XV). En J. M. Tuñón de Lara (dir.), *Historia de España*, III. Barcelona: Ariel.
- Atwell, W. S. (2001). Volcanism and Short-Term Climatic Change in East Asian and World History, c. 1200-1699. *Journal of World History*, 12(1), 29-98.
- Bard, E. y Frank, M. (2007). Climate change and solar variability: What's new under the sun? *Earth & Planetary Change Letters*, 248, 1-14.
- Barker, P. A.; Roberts, N.; Lamb, H. E.; van der Kaars, S. y Benkaddour, A. (1994). Interpretation of Holocene lake-level change from diatom assemblages in Lake Sidi Ali, Middle Atlas, Morocco. *Journal of Paleolimnology*, 12, 223-234.
- Benito i Monclús, P. (2003). «Et hoc facimus propter necessitatem famis...». Possibilitats de les fonts documentals catalanes per a l'estudi de les crisis alimentàries dels segles X-XIII. *Acta Historica et Archaeologica Mediaevalia*, 25, 39-62.

- Benito i Monclús, P. (2004). Fams i carestíes a la Mediterrànea Occidental durant la baixa edad mitjana. El debat sobre «la crisis de la crisi». *Recerques*, 49, 179-194.
- Benito i Monclús, P. (2007). «Et si sterilitas, ut solet, in terra illa fuerit». Frecuencia, longevidad y gravedad de las carestías en Cataluña durante la «fase de crecimiento» de la economía medieval (siglos XI-XIII). En H. R. Oliva Herrer y P. Benito i Monclús (eds.), *Crisis de subsistencia y crisis agrarias en la Edad Media* (pp. 79-110). Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Benito, G; Díez-Herrero, A. y 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.
- Bosch Vilá, J. (1998). *Los almorávides*. Granada: Editorial Universidad de Granada.
- Bradley, R. S.; Hughes, M. K. y Diaz, H. F. (2003). Climate in Medieval time. *Science*, 302, 404-405. [= Bradley *et al.*, 2003a].
- Bradley, R. S.; Briffa, K. R.; Cole, J.; Hughes, M. K. and Osborn, T. J. (2003). The climate of the last millennium. En K. Alverson; R. S. Bradley y T. F. Petersen (eds.), *Paleoclimate, Global Change and the Future*, Berlin (pp. 105-141). [= Bradley *et al.*, 2003b].
- Briffa, K. B.; Bartholin, T. S.; Eckstein, D.; Jones, P. D.; Karlen, W.; Schweingruber y Zetterberg, P. (1990). A 1.400-year tree-ring record of summer temperatures in Fennoscandia, *Nature*, 346(6283), 434-439.
- Brooks, G. E. (1985). *Western Africa to C/1860 A.D. a provisional historical schema based on climate periods*. Volume 1 of Indiana University African Studies Program. Working papers series Issue 1. Indiana University.
- Brooks, G. E. (1986). A provisional historical schema for Western Africa based on seven climate periods (ca. 9000 B.C. to the 19th Century). *Cahiers d'Études Africaines*, 26(101-102), 49-53.
- Brooks, N.; Di Lernia, S.; Drake, N.; Raffin, M. y Savage, T. (2003). The geoarchaeology of Western Sahara preliminary results of the first Anglo-Italian expedition in the «free zone». *Sahara*, 14, 63-80.

- Brooks, N. (2004). Drought in the African Sahel: long term perspectives and future prospects. *Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper*, 61.
- Brunschvig, R. (1940-47). *La Berberie orientale sous les Hafrides des origines a la fin du XV^e siecle*, volumen 1-2. Paris: A. Maisonneuve.
- Bryson, R. A. (1991). Some Regional Aspects of the Neo-Atlantic Climatic Episode. En H. F. Díaz y M. K. Hughes (eds.), *Reconstruction of spatial patterns of climatic anomalies during the Medieval Warm Period (AD 900-1300)*. Interim report on the workshop held in Tucson, Arizona, November 5-8, 1991, p. 10.
- Büntgen, U.; Frank, D. C.; Nievergelt, D. y Esper, J. (2006). Summer Temperature Variations in the European Alps, A.D. 755–2004, *Journal of Climate*, 19, 5606-5623.
- Camp, V. E.; Hooper, P. R. y White, D. L. (1987). The Madinah eruption, Saudi Arabia: magma mixing and simultaneous extrusion of three basaltic chemical types. *Bull. Volcanol.* 49, 489-508. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/BF01245475>
- Cortés Martínez, I. (2003). Mauritania, el país de las arenas. En J. Páez López e I. Cortés Martínez (dir.), *Mauritania y España, una historia común: los Almorávides, unificadores del Magreb y al-Andalus (s.XI-XII)* (pp. 133-153). Granada: Fundación El legado andalusí.
- Crowley, Th.; Baum, S. K.; Kim, K.; Hegerl, G. C. y Hyde, W. T. (2003). Modeling ocean heat content changes during the last millennium, *Geophys. Res. Lett.*, 30/1932. doi: <http://dx.doi.org/10.1029/2003GL017801>
- Crowley, Th. y Unterman, M. (2012). Technical Details concerning development of a 1200-year proxy index for global volcanism. *Earth Syst. Sci. Data Discuss*, 5(1), 28.
- Devisse, J. (1982). L'apport de l'archéologie à l'histoire de l'Afrique occidentale, entre le Ve et le XIIe siècle. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 126(1), 156-177.
- Díaz, H. F.; Trigo, R.; Hughes, M. K.; Mann, M. E.; Xoplaki, E. y Barriopedro, D. (2011). Spatial and temporal characteristics of climate in medieval times revisited. *American Meteorological Society*, 1487-1500. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-10-05003.1>

- Donat, M. G.; Peterson, T. C.; Brunet, M.; King, A. D.; Almazroui, M.; Kolli, R. K.; Boucherf, D.; Al-Mulla, A. Y.; Nour, A. Y.; Aly, A. A.; Nada, T. A. A.; Semawi, M. M.; Al Dashti, H. A.; Salhab, T. G.; El Fadli, K. I.; Muftah, M. K.; Dah Eida, S.; Badi, W.; Driouech, F.; El Rhaz, K.; Abubaker, M. J. Y.; Ghulam, A. S.; Erayah, A. S.; Mansour, M. B.; Alabdouli, W. O.; Al Dhanhani, J. S. y Al Shekaili, M. N. (2014). Changes in extreme temperature and precipitation in the Arab region: long-term trends and variability related to ENSO and NAO. *Int. J. Climatol.*, 34, 581-592. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/joc.3707>
- Dufourcq, Ch. E. (1969). *L'expansió catalana a la Medieterrània Occidental; segles XIII i XIV*. Barcelona: Vicens Vives.
- Dyer Ch. (1991). *Niveles de vida en la Baja Edad Media*. Barcelona: Crítica.
- Eltahir, E. y Gong, C. (1995). Dynamics of Wet and Dry Years in West Africa. *Journal of Climate*, 9, 1030-1042.
- Esper, J.; Büntgen, U.; Frank, D. C.; Nievergelt, D.; Treydte, K. y Verstege, A. (2006). Multiple tree-ring parameters from Atlas cedar (Morocco) and their climatic signal. En I. Heinrich, H. Gärtner, M. Monbaron y G. Schleser (eds.), *TRACE - Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Vol. 4: Proceedings of the DENDROSYMPOSIUM 2005, April 21st – 23rd 2005, Fribourg, Switzerland. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt*, 61, pp. 46-55.
- Esper, J.; Frank, D.; Büntgen, U.; Verstege, A.; Luterbacher, J. y Xoplaki, E. (2007). Long-term drought severity variations in Morocco. *Geophysical Research Letters*, 34/L11702. doi: <http://dx.doi.org/10.1029/2007GL030844>
- Fauvelle, F. X.; Erbatí, L. y Mensan, R. (2014). Sijilmâsa: cité idéale, site insaisissable? Ou comment une ville échappe à ses fouilleurs. *Les Études et Essais du Centre Jacques Berque*, 20, 1-17.
- Free, M. y Robock, A. (1999). Global warming in the context of the Little Ice Age. *Journal of Geophysical Research*, 104(16), 19057-19070.
- Frey Sánchez, A. V. (2014). Ciudades y poder político en al-Andalus. Una hipótesis sobre el origen de las revueltas urbanas en Murcia en el siglo XIII. *Anuario de Estudios Medievales*, 44(2), 845-884. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/aem.2014.44.2.06>

- Frey Sánchez, A. V. (2016a). El origen y expansión almorávide en el contexto del Periodo Cálido Medieval. *Edad Media. Revista de Historia*, 17, 225-253.
- Frey Sánchez, A. V. (2016b). La crisis del Occidente islámico del siglo XIII en el contexto del Periodo Cálido Medieval. *En la España Medieval*, 39, 127-158. doi: http://dx.doi.org/10.5209/rev_ELEM.2016.v39.52336
- Furió, A. (2011). Disettes et famines en temps de croissance: une révision de la crise de 1300: le royaume de Valence dans la première moitié du XIV^e siècle. En M. Bourin, F. Menant y J. Drendel (dirs.), *Les disettes dans la conjoncture de 1300 en Méditerranée occidentale* (pp. 343-416). Roma: École française de Rome.
- Gao, C.; Robock, A. y Ammann, C. (2008). Volcanic forcing of climate over the past 1500 years. An improved ice core-based index for climate models. *J. Geophys. Res Atmos.* 113. D23111. doi: <http://dx.doi.org/10.1029/2008JD010239>
- Ghouirgate, M. (2011). La gestion des crises de subsistance par les souverains almohades. En M. Bourin, F. Menant y J. Drendel (dirs.), *Les disettes dans la conjoncture de 1300 en Méditerranée occidentale* (pp. 255-266). Roma: École française de Rome.
- Goosse, H.; Renssen, H.; Timmermann, A. y Bradley, R. S. (2005). Internal and forced climate variability during the last millennium: a model-data comparison using ensemble simulations. *Quaternary Science Reviews*, 24, 1345-1360.
- Goosse, H.; Arzel, O.; Luterbacher, J.; Mann, M. E.; Renssen, H.; Riedwyl, N.; Timmermann, A.; Xoplaki, E. y Wanner, H. (2006). The origin of the European «Medieval Warm Period. *Climate of the Past*, 2, 99-113.
- Goosse, H.; Cresspin, E.; Dubinkina, S.; Mann, M. E.; Renssen, H.; Sallaz-Damaz, Y. y Shindell, D. (2012). The role of forcing and internal dynamics in explaining the 'Medieval Climate Anomaly». *Climate Dynamics*, 39, 2847-2866. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00382-012-1297-0> [=Goosse et al., 2012a].
- Goosse, H.; Guiot, J.; Mann, M. E.; Dubinkina, S. y Sallaz-Damaz, Y. (2012). The medieval climate anomaly in Europe: Comparison of the summer and annual mean signals in two reconstructions and in simulations with data assimilation. *Global and Planetary Change*, 84-85, 35-47 [=Goosse et al., 2012b].

- Graham, N. E.; Ammann, C. M.; Fleitmann, D.; Cobb, K. M. y Luterbacher, J. (2010). Support for global climate reorganization during the “Medieval Climate Anomaly”. *Climate Dynamics*, 37(5-6), 1217-45. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00382-010-0914-z>
- Graybill, D. A. y Shiyatov, S. G. (1989). A 1009 year tree-ring reconstruction of mean June-July temperature deviations in the polar Urals. En R. D. Noble, L. Martin y K. F. Jensen (eds.), *Air pollution effects on vegetation, including forest ecosystems: proceedings of the second US-USSR Symposium* (pp. 37-42). Broomall, Pa., Northeastern Forest Experiment Station.
- Grist, J. P. y Nicholson, S. (2001). A study of the dynamic factors influencing the rainfall variability in the West African Sahel. *Journal of Climate*, 14, 1337-1359.
- Grove, J. M. y Switsur, R. (1994). Glacial geological evidence for the Medieval Warm Period. *Climatic Change*, 26, 143-169.
- Guichard, P. (2001). *Al-Andalus frente a la conquista cristiana. Los musulmanes de Valencia (siglos XI-XIII)*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Guiot, J.; Nicault A.; Rathgeber C.; Edouard J. L.; Guibal F.; Pichard G. y Till C. (2005). Last-millennium summer-temperature variations in Western Europe based on proxy data. *The Holocene*, 15(4), 489-500.
- Guiot, J.; Corona, Ch. y ESCARSEL members (2010). Growing season temperatures in Europe and climate forcings over the past 1400 years (Last Millennium Europe Climate). *PLoS ONE*, 5(4). doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0009972>
- Hajji, M. (2003). La salida de los almorávides del desierto. En J. Páez López y I. Cortés Martínez (dir.), *Mauritania y España, una historia común: los Almorávides, unificadores del Magreb y al-Andalus (s. XI-XII)* (pp. 17-36). Granada: Fundación El legado andalusí.
- Haug, G. H.; Günther, D.; Peterson, Th.; Sigman, D. M.; Hughen, K. A.; Aeschlimann, B. (2003). Climate and the Collapse of Maya Civilization. *Science*, 299(5613), 1731-1735. doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1080444>
- Hegerl, G. C.; Crowley, Th.; Hyde, W. T. y Frame, D. J. (2006). Climate sensitivity constrained by temperature reconstructions over the past seven centuries. *Nature*, 440, 1029-1032.

- Holz, C.; Stuut, J.-B.W.; Henrich, R. y Meggers, H. (2007). Variability in terrigenous sedimentation processes off northwest Africa and its relation to climate changes: inferences from grain-size distributions of a Holocene marine sediment record. *Sedimentary Geology*, 202, 499–508. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sedgeo.2007.03.015>
- Hughes, M. K. y Diaz, H. F. (1994). Was there a 'Medieval Warm Period', and if so, where and when. *Climatic Change*, 26, 109-142.
- Hunt, B. G. (2006). The Medieval Warm Period, the Little Ice Age and simulated climatic variability. *Climate Dynamics*, 27(7-8), 677-694.
- Ingstad, A. S. (2001). The Excavation of a Norse Settlement at L'Anse aux Meadows, Newfoundland. En H. Ingstad y A. S. Ingstad, *The Viking Discovery of America* (pp. 141-169). New York: Checkmark.
- Jones, P. D. y Mann, M. E. (2004). Climate over past millennia. *Reviews of Geophysics*, 42. doi: <http://dx.doi.org/10.1029/2003RG000143>
- Juckles, M. N.; Allen, M. R.; Briffa, K. R.; Esper, J.; Hegerl, G. C.; Moberg, A.; Osborn, T. J. y Weber, S. L. (2007). Millennial temperature reconstruction intercomparison and evaluation. *Clim. Past*, 3, 591–609.
- Jung, Th.; Ferrati, L. y Tompkins, A. M. (2006). Response to the Summer of 2003 Mediterranean SST Anomalies over Europe and Africa. *Journal of Climate*, 19, 5439-5454.
- Knippertz, P.; Christoph, M. y Speth, P. (2003). Long-term precipitation variability in Morocco and the link to the large-scale circulation in recent and future climates. *Meteorol Atmos Phys*, 83(1), 67-88.
- Laliena Corbera, C. (2008). Licencias para la exportación de cereal de Aragón y Cataluña a mediados del siglo XIII. *Aragón en la Edad Media*, 20, 445-456.
- Lamb, H. F.; Roberts, N.; Leng, M.; Barker, Ph.; Benkaddour, A. y van der Kaars, S. (1999). Lake evolution in a semi-arid montane environment: response to catchment change and hydroclimatic variation. *Journal of Paleolimnology*, 21, 325-343.
- Lamb, H. H. (1965). The early Medieval warm epoch and its sequel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1, 13-37.

- Lamb, H. H. (1982). *Climate, History, and the Modern World*. London: Taylor & Francis.
- Lamb, P. J. y Pepler, R. A. (1992). Further case studies of tropical Atlantic surface atmospheric and oceanic patterns associated with sub-Saharan drought. *Journal of Climate*, 5, 476-488.
- Lange, D. (2004). Ancient Kingdoms of West Africa: African-centred and Canaanite-Israelite Perspectives. Dettelbach: Verlag J. H. Röhl, pp. 455-494.
- Lavigne, F.; Degeai, J. Ph.; Komorowski, J. Ch.; Guillet, S.; Robert, V.; Lahitte, P.; Oppenheimer, C.; Stoffel, M.; Vidal, C. M.; Surono; Pratomo, I.; Wassmer, P.; Hajdas, I.; Hadmoko, D. S. y de Belizal, E. (2013). Source of the great A.D. 1257 mystery eruption unveiled, Samalas volcano, Rinjani Volcanic Complex, Indonesia. *PNAS*, 110(42), 16742-16747. doi: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1307520110>
- Le Roy Ladurie, E. (1959). Histoire et Climat. *Annales É. S. C.*, 14(1), 3-34. doi: <http://dx.doi.org/10.3406/ahess.1959.2795>
- Le Roy Ladurie, E. (1983). *Histoire du climat depuis l'an Mil*. Paris: Flammarion.
- Leorux, M. (1996). *La dynamique du temps et du climat*. Paris: Masson.
- Lightfoot, D. R. y Miller, J. A. (1996). *Sijilmassa: The Rise and Fall of a Walled Oasis in Medieval Morocco*. *Annals of the Association of American Geographers*, 86, 78-101.
- Linderholm, H. W.; Björklund, J. A.; Seftigen, K.; Gunnarson, B. E.; Grudd, H.; Jeong, J. H.; Drobyshev, I. y Liu, Y. (2010). Dendroclimatology in Fennoscandia – from past accomplishments to future potential. *Clim. Past*, 6, 99-103.
- Lionello, P.; Malanotte-Rizzoli, P.; Boscolo, R.; Alpert, P.; Artale, V.; Li, L.; Luterbacher, J.; May, W.; Trigo, R.; Tsimplis, M.; Ulbrich, U y Xoplaki, E. (2006). The Mediterranean Climate: An Overview of the Main Characteristics and Issues. *Developments in Earth and Environmental Sciences*, 4, 1-26.
- López Sáez, J. A.; López Merino, L.; Pérez Díaz, S. y Mateo Mínguez, A. (2008). Historia de la vegetación en el litoral norte de Girona entre los siglos VIII y XX d. C.: cambios climáticos y socioeconómicos desde una perspectiva paleoambiental. *Arqueología y territorio medieval*, 15, 13-28.

- Louhichi, A. (1984). *La céramique musulmane d'époque médiévale importée à Tegdaoust (Mauritania Orientale): étude archéologique, étude de laboratoire*. Tesis de Tercer Ciclo en Arte y Arqueología. Paris I.
- Luckman, B. H. (1994). Evidence of Climatic Conditions between ca. 900-1300 A.D. in the Southern Canadian Rockies. En M. K. Hughes y H. F. Diaz (eds.), *The Medieval Warm Period* (pp. 171-182). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Ljungqvist, F. C. (2010). A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical Northern Hemisphere during the last two millennia. *Geogr. Ann.*, 92(3), 339-351.
- Maley, J. y Vernet, R. (2013). Peuples et évolution climatique en Afrique nord-tropicale, de la fin du Néolithique à l'aube de l'époque moderne. *Afriques*, 4. doi: <http://dx.doi.org/10.4000/afriques.1209>
- Mann, M. E.; Bradley, R. S. y Hughes. M. K. (1999). Northern hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties, and limitations. *Geophysical Research Letters*, 26(6), 759. doi: <http://dx.doi.org/10.1029/1999GL900070>
- Mann, M. E.; Zhang, Z.; Hughes, M. K.; Bradley, R. S.; Miller, S.; Rutherford, S. y Ni, F. (2008). Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 105, 13252-13257.
- Mann, M. E.; Zhang, Z.; Rutherford, S.; Bradley, R. S.; Hughes, M. K.; Shindell, D.; Ammann, C.; Faluvegi, G. (2009). Global Signatures and Dynamical Origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly. *Science* 326-5957, 1256-1260. doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1177303>
- Mann, M. E.; Fuentes, J. D. y Rutherford, S. (2012). Underestimation of volcanic cooling in tree-ringbased reconstructions of hemispheric temperatures. *Nature Geoscience*, 5, 202-205. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo1394>
- Mann, M. E. y Jones, Ph. D. (2003). Global surface temperatures over the past two millenia. *Geophysical Research Letters*, 30/15, 1820. doi: <http://dx.doi.org/10.1029/2003GL017814>
- Martínez Enamorado, V. (2006). Algunas reflexiones en torno al fin del almoravidismo. El siglo XIII en el Islam de Occidente. En *I Jornades de Recerca Històrica de*

Menorca. La Manūrqa de Sa'īd ibn Hakam, un país islàmic a Occident. Publicacions des Borns, 15-16, pp. 11-28.

Martín-Puertas, C.; Valero-Garcés, B. L.; Pilar Mata, M.; Gonzalez-Sampérez, P.; Bao, R.; Moreno, A. y Stefanova, V. (2008). Arid and humid phases in southern Spain during the last 4000 years: the Zonar Lake record, Cordoba. *Holocene*, 18, 907-921.

Matthews, H.; Weaver, A. J.; Eby, M. y Meissner, K. J. (2004). Natural and anthropogenic climate change: incorporating historical land cover change, vegetation dynamics and the global carbon cycle. *Clim. Dyn.*, 22, 461-479.

McDougall, E. A. (1985). The View from Awdaghust: War, Trade and Social Change in the Southwestern Sahara, from the Eighth to the Fifteenth Century. *The Journal of African History*, 26(1), 1-31.

McGregor, H. V.; Dupont, L.; Stuut, J. B. W. y Kuhlmann, H. (2009). Vegetation change, goats and religion: a 2000-year history of land use in southern Morocco. *Quaternary Science Reviews*, 28, 1434-1448.

McIntosh R. J. (1998). *The Peoples of the Middle Niger*. Oxford: Blackwell Publ., Walnut Creek.

Menant, F. (2007). Crisis de subsistencia y crisis agrarias en la Edad Media: algunas reflexiones previas. En H. R. Oliva Herrer y P. Benito i Monclús (eds.), *Crisis de subsistencia y crisis agrarias en la Edad Media* (pp. 17-60). Sevilla: Universidad de Sevilla.

Messier, R. A. (2010). *The Almoravids and the Meanings of Jihad*. Santa Bárbara: ABC-CLIO.

Meyer, I.; Davies, G R. y Stuut, J. B. W. (2011). Grain-size control on Sr-Nd-isotope provenance studies and impact on paleoclimate reconstructions: an example from deep-sea sediments offshore NW Africa. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 12. doi: <http://dx.doi.org/10.1029/2010GC003355>

Meyer, I.; Davies, G. R.; Vogt, Ch.; Kuhlmann, H. y Stuut, J. B. W. (2013). Changing rainfall patterns in NW Africa since the Younger Dryas. *Aeolian Research*, 10, 111-123. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aeolia.2013.03.003>

- Miller, J. A. (2001). Trading through Islam: The Interconnections of Sijilmasa, Ghana and the Almoravid Movement. En J. Clancy-Smith (dir.), *North Africa, Islam and the Mediterranean World: From the Almoravids to the Algerian War* (pp. 29-58). Oxon: Frank Cass Publishers.
- Moberg, A.; Sonechkin, D. M.; Holmgren, K.; Datsenko, N. M. y Wibjörn, K. (2005). Highly variable Northern Hemisphere Temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data. *Nature*, 433, 613-617.
- Moufti, M. R.; Németh, K.; Murcia, H.; Lindsay, J. M. (2013). The 1256 AD al-Madinah historic eruption geosite as the youngest volcanic chain in the Kingdom of Saudi Arabia. *International Journal of Earth Sciences*, 102-4, 1069-1070. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00531-013-0878-4>
- Nicholson, S. y Grist, J. P. (2001). A conceptual model for understanding rainfall variability in the West African Sahel on interannual and interdecadal timescales. *Int. J. Climatol*, 2001, 1733-1757.
- Nicholson, S. (1981). The historical climatology of Africa. En T. Wigley; M. Ingram y G. Farmer (eds.), *Climate and History* (pp. 249-270). Cambridge: Cambridge University.
- Nicholson, S. (2013). The West African Sahel: A review of recent studies on the rainfall regime and its interannual variability. *Hindawi Publishing Corporation ISRN Meteorology*, article ID 453521. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/453521>.
- Ogilvie, A. E. J. (1991). Climatic changes in Iceland A.D. c. 865 to 1598. The Norse of the North Atlantic. *Acta Archaeologica*, 61, 233-251.
- Ogilvie, A. E. J.; Barlow, L. K. y Jennings, A. E. (2000). North Atlantic climate c. A.D. 1000: Millennial reflections on the Viking discoveries of Iceland, Greenland and North America. *Weather*, 55(2), 34-45. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/j.1477-8696.2000.tb04028.x>
- Osborn, Th. J.; Raper, Sarah C. B. y Briffa, Keith R. (2006). Simulated climate change during the last 1,000 years: comparing the ECHO-G general circulation model with the MAGICC simple climate model. *Climate Dynamics*. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00382-006-0129-5>

- PAGES 2k Consortium. (2013). Continental-scale temperature variability during the last two millennia. *Nature Geoscience*, 6, 20. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo1797>
- PAGES 2k Consortium. (2013). 30-year average of the new PAGES 2k reconstruction. *Nature Geoscience*, 6, 339-346. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo1797>
- Pastor Muñoz, M. y Villa Raso, M. (eds.). (1996). *Las ciudades perdidas de Mauritania: expedición a la cuna de los Almorávides*. Granada: Fundación El legado andalusí.
- Patterson, W. P.; Dietrich, K. A.; Andrews, J. T. (2010). Two millennia of North Atlantic seasonality and implications for Norse colonies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(12), 5306-5310.
- Petersen, K. L. (1994). A warm and wet little climatic optimum and a cold and dry little ice age in the southern rocky mountains, U.S.A.. En M. K. Hughes y H. F. Diaz (eds.), *The Medieval Warm Period* (pp. 243-270). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Peterson, L. C. y Haug, G. H. (2005). Climate and the Collapse of Maya Civilization. *American Scientist*, 93(4), 322-329. doi: <http://dx.doi.org/10.1511/2005.4.322>
- Poulet, J. (1985). *Tegdaoust IV: fouille d'un quartier de Tegdaoust*. Paris: Editions Recherche sur les Civilisations.
- Reglero, C. (2011). Les disettes dans le royaume de Castille (entre 1250 et 1348). En M. Bourin, F. Menant y J. Drendel (dir.), *Les disettes dans la conjoncture de 1300 en Méditerranée occidentale* (pp. 309-342). Roma: École française de Rome.
- Riera Melis, A. (1991). Els pròdroms de les crisis agràries de la Baixa Edat Mitjana a la Corona d'Aragó: 1250-1300. *Miscel.lània en homenatge al P. Agustí Altisent* (pp. 35-73). Tarragona.
- Riera Melis, A. (2011). El mercado de los cereales en la corona catalanoaragonesa: la gestión de las carestías durante el segundo tercio del siglo XIII. En M. Bourin, F. Menant y J. Drendel (dirs.), *Les disettes dans la conjoncture de 1300 en Méditerranée occidentale* (pp. 87-143). Roma: École française de Rome.

- Robert, S. (1976). Archéologie des sites urbains des Hodh et problèmes de la désertification saharienne au Moyen Age. Colloque *La désertification au sud du Sahara*, Nouakchott, 1973. Ed. Dakar-Abidjan, pp. 46-55.
- Robiert-Chaleix, D. (1989). *Tegdaoust V: une concession médiévale à Tegdaoust: implantation, évolution d'une unité d'habitation*. Paris: Editions Recherche sur les Civilisations.
- Robock, A. (2000). Volcanic eruptions and climate. *Rev. Geophys.*, 38, 191-219.
- Rodríguez Llopis, M. (1997). Repercusiones de la política alfonsí en el desarrollo de la región de Murcia. En *Alfonso X. Aportaciones de un rey castellano a la construcción de Europa* (pp. 173-200). Murcia: Editora Regional.
- Rodríguez, A. (2007). Foyse da terra no ano das chuvas... Carestías y subsistencia en el noroeste peninsular en los siglos XII y XIII. En H. R. Oliva Herrero y P. Benito i Monclús (eds.), *Crisis de subsistencia y crisis agrarias en la Edad Media* (pp. 199-219). Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Shapiro, A. I.; Schmutz, W.; Rozanov, E.; Schoell, M.; Haberreiter, M.; Shapiro, A. V. y Nyeki, S. (2011). A new approach to the long-term reconstruction of the solar irradiance leads to large historical solar forcing. *Astron. Astrophys*, 529/A67. doi: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201016173>
- Shanahan, Th. M.; Overpeck, J. T.; Anchukaitis, K. J.; Beck, J. W.; Cole, J. E.; Dettman, D. L.; Peck, J. A.; Scholz, C. A. y King, J. W. (2009). Atlantic Forcing of Persistent Drought in West Africa. *Science*, 324(5925), 377-380. doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1166352>
- Soon, W. y Baliunas, S. (2003). Proxy climatic and environmental changes of the past 1000 years. *Climate Research*, 23, 89-110.
- Stothers, R. B. (2000). Climatic and demographic consequences of the massive volcanic eruption of 1258. *Climatic Change*, 45, 361-374.
- Stothers, R. B. y Rampino, M. R. (1983). Historic Volcanism, European Dry Fogs, and Greenland Acid Precipitation, 1500 BC to AD 1500. *Science*, 222, 411-413.
- Taouchikht, L. (1996). Siyilmasa: Estudio ceramológico. *Arqueología y territorio medieval*, 3, 221-252.

- Thompson, L. H.; Mosley-Thompson, E.; Davis, M. E.; Lin, P. N.; Henderson, K. y Mashiotta, T. A. (2003). Tropical glacier and ice core evidence of climate change on annual to millennial time scales. *Climatic Change*, 59, 137-155.
- Till, C. y Guiot, J. (1990). Reconstruction of precipitation in Morocco since 1100 A. D. based on *Cedrus atlantica* tree-ring widths, *Quaternary Research*, 33, 337-351.
- Touchan, R.; Anchukaitis, K. J.; Meko, D. M.; Sabir, M.; Attalah, S. y Aloui, A. (2010). Spatiotemporal drought variability in northwestern Africa over the last nine centuries, *Climate Dynamics*, 37(1-2), 238.
- Trouet, V.; Esper, J.; Graham, N. E.; Baker, A.; Scourse, J. D. y Frank, D. C. (2009). Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate Anomaly, *Science*, 324, 78-80. doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1166349>
- Utterström, G. (1955). Climatic fluctuations and population problems in Early Modern History. *Scandinavian Economic History Review*, 3(1), 30-47.
- Valero-Garcés, B. L.; González-Sampériz, L.; Navas, A.; Machín, J.; Mata, P.; Delgado-Huertas, A.; Bao, R.; Moreno, A.; Carrión, J. S.; Schwalb, A. y González-Barrios, A. (2006). Human impact since Medieval times and recent ecological restoration in a Mediterranean lake: the laguna Zoñar (Spain), *Journal of Paleolimnology*, 35, 24-49.
- Vernet, R. (1976). Recherches sur la production et la circulation des céréales dans le Maghreb medieval, *Revue d'Histoire et de Civilisation du Maghreb*, 13, 31-62.
- Vernet, R. (1980). Les relations céréalières entre le Maghreb et la Péninsule Ibérique du XIIIe au XVe siècle, *Anuario de Estudios Medievales*, 10, 321-335.
- Vernet, R. (1982). La production cerealiere dans le maghreb du XIIIè Siecle. En *X Congreso de Historia de la Corona de Aragón (vol. 3). Jaime I y su época*, Zaragoza: Institución Fernando el Católico, pp. 253-268.
- Vernet, R. (1999). Une période humide a-t-elle favorisé l'expansion Almoravide dans le sud-ouest du Sahara. *Revue Masadir (Cahier des Sources de l'Histoire de la Mauritanie)*, 2, 17-30.
- Villalba, R. (1994). Tree-ring and glacial evidence for the Medieval Warm Epoch and the Little Ice in South America, *Climatic Change*, 26, 183-197.

- VV. AA. (1990). *La Croissance agricole du Haut Moyen Âge. Chronologie, modalités, géographie*. Dixièmes journées internationales d'histoire de Flaran, 9, 10, 11 septembre 1988. Auch.
- VV. AA. (2003). *Mauritania y España, una historia común: los Almorávides, unificadores del Magreb y al-Andalus (SS. XI-XII)*, Granada: Fundación El legado andalusí.