

FACULTAD DE FILOLOGÍA

I E M Y R_{hd}

U S A L



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

**Reconstrucción del clima y el
medioambiente en el Mágreb al-Aqṣà en
perspectiva histórica (siglos IX-XVI)**

TESIS DOCTORAL
CLAUDIA PATARNELLO
(Área de Estudios Árabes e Islámicos)

Directores:

**ELENA DE JESÚS
DE FELIPE RODRÍGUEZ**

**MIGUEL ÁNGEL
MANZANO RODRÍGUEZ**

Salamanca, 2025

Esta tesis doctoral se inició en el curso académico 2020-2021, en el marco de los proyectos *Geografía Cultural del Mágreb y Dinámicas Humanas en el Norte de África* (MAGNA) (HAR2017-82152-C2-1-P), del que fue coordinador Miguel Ángel Manzano. En el proyecto MAGNA se integraron dos subproyectos: *Geografía cultural del Mágreb Islámico Medieval y Moderno en la Red* (GEOMAGRED) (HAR2017-82152-C2-1-P; I.P. Miguel Ángel Manzano; IEMYRhD-Universidad de Salamanca); y *Dinámicas Humanas en el Norte de África: poblamiento y paisaje en perspectiva histórica* (DHUNA) (HAR2017-82152-C2-2-P; I.P. Helena de Felipe, Universidad de Alcalá). Todos ellos fueron financiados por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España y los fondos FEDER.

Se ha terminado en el presente curso académico 2024-2025, en el marco de los proyectos de investigación PID2021-122872NB-C21. *Transformaciones del espacio magrebí en perspectiva histórica* (TRAMAGHIS) y PID2021-122872NB-C22. *Tránsitos y migraciones en el norte de África: análisis diacrónico de la población y su entorno* (DIANA). Ambos se integran en el proyecto coordinado *Tránsitos y transformaciones en el espacio y la población magrebíes* (MAGNA II), y están financiados por MICIN/AEI/10.13039/501100011033 y FEDER Una manera de hacer Europa.



Asimismo se enmarca en el GIR de la Universidad de Salamanca “Estudios Árabes e Islámicos” (ESARIS) dirigido por Miguel Ángel Manzano Rodríguez y en el grupo de investigación MASYG de la Universidad de Alcalá “Sociedad y geografía del Magreb” dirigido por Helena de Felipe.

De igual modo, la tesis doctoral se ha realizado gracias al Contrato Predoctoral FPU20/05336, financiado por MCIN/AEI /10.13039/501100011033 y por FSE invierte en tu futuro



Índice	
Agradecimientos.....	8
RESUMEN	11
ABSTRACT	11
SISTEMA DE TRANSCRIPCIÓN	12
INTRODUCCIÓN.....	13
METODOLOGÍA Y CORPUS DE TEXTOS	15
Fuentes primarias.....	15
Fuentes secundarias	20
Bibliografía integrada	21
CONTENIDO DE LA TESIS.....	25
INTRODUCTION.....	29
MÉTHODOLOGIE ET CORPUS DE TEXTES.....	31
Sources primaires	32
Sources secondaires.....	36
Bibliographie intégrée	38
CONTENU DE LA THÈSE	41
CAPÍTULO 1: El “Periodo Cálido Medieval”: un enfoque para el Magreb al-Aqṣà	45
1.1 Definición y periodización del Periodo Cálido Medieval	45
1.2 Los estudios de H. Hubert Lamb y sus fuentes documentales	46
1.3 Del Periodo Cálido Medieval a la Anomalía Climática Medieval: un debate terminológico.....	49
1.4 Reconstrucción paleoclimática de la Anomalía Climática Medieval: el caso de Europa como antecedente. La Oscilación del Atlántico Norte y sus implicaciones climáticas.....	52
1.5 Reconstrucción de la Anomalía Climática Medieval en el Norte de África: el caso de Marruecos	60
1.5.1 Posibles patrones hidroclimáticos vigentes en la Edad Media a partir de estudios contemporáneos sobre el clima	67

1.6 La Anomalía Climática Medieval desde la perspectiva de las fuentes medievales	70
CAPÍTULO 2: Resiliencia agrícola en el Mágreb al-Aqṣà. Análisis de una agricultura adaptada a la Anomalía Climática Medieval.	81
2.1 La cultura de secano y sus implicaciones climáticas.....	82
2.2 El cereal: tipologías, distribución y aspectos terminológicos.....	85
2.3 Cuestiones hidroclimáticas y cereales: los ciclos de lluvias según León Africano (s. XVI).....	90
2.4 “Agricultura lotería”: desafíos climáticos y ejemplos prácticos desde la interpretación de las fuentes medievales	103
2.5 Arboricultura como método de diversificación en la producción agrícola.....	113
2.5.1 Variedades de árboles frutales y su adaptación a contextos climáticos específicos	115
2.5.2 Evaluación histórica sobre el uso de la arboricultura como estrategia de diversificación y algunos apuntes sobre el pastoralismo y sus consecuencias.....	138
CAPÍTULO 3: Clima y agricultura: paisajes transformados e impacto en la vida humana	145
3.1 La relación entre factores ambientales y dinámicas políticas: el caso de la expansión almorávide y de los Banū Hilāl	145
3.2 Adaptación e interacción de la topografía, el clima y los elementos antrópicos en el paisaje geográfico del Mágreb al-Aqṣà: las cuestiones lexicográficas.....	156
3.2.1 El ecosistema de montaña y su degradación	165
3.3 Crisis climática: hambrunas y epidemias en el Mágreb al-Aqṣà.....	176
3.3.1 Sobreviviendo en el Mágreb al-Aqṣà: esclavitud, alimentación adaptada y sistemas de almacenamiento.....	188
CAPÍTULO 4: LA REGIÓN DEL DAR‘A: ESTUDIO DE UN ECOSISTEMA SEMIÁRIDO-ÁRIDO	203
4.1 Contexto histórico de la provincia del Dar‘a.....	203
4.2 Marco geográfico y condiciones climáticas	204

4.3 Análisis medioambiental a partir de las fuentes medievales	209
4.3.1 Estudio agrícola	213
4.3.2 Evolución histórica de las condiciones ambientales.....	225
CAPÍTULO 5: MEQUINEZ Y SU ENTORNO: EL ESTUDIO DE UN ECOSISTEMA SEMI-CONTINENTAL MEDITERRÁNEO	233
5.1 Contexto histórico de Mequinez y su entorno	233
5.2 Marco geográfico y condiciones climáticas	237
5.3 Aproximación al análisis medioambiental de Mequinez a partir de las fuentes medievales	242
5.3.1 Estudio agrícola	245
5.3.2 Evolución histórica de las condiciones ambientales.....	254
CAPÍTULO 6: AL SUR DEL ESTRECHO: ESTUDIO DE UN BIOCLIMA MEDITERRÁNEO.....	265
6.1 Contexto histórico de la península tingitana	265
6.2 Marco geográfico y condiciones climáticas	270
6.3 Análisis medioambiental a partir de las fuentes	275
6.3.1 Estudio agrícola	283
6.3.2 Evolución histórica de las condiciones ambientales.....	294
CONCLUSIONES.....	303
CONCLUSIONS	313
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	325
Fuentes.....	325
Estudios	327
ANEXO: Zonas naturales de Marruecos correspondientes al capítulo 2	392

Agradecimientos

El desarrollo de esta tesis doctoral ha representado una etapa de crecimiento, no sólo académico sino también personal, acompañada de personas que, de una manera u otra, han sido un gran apoyo. Sin lugar a duda, mi gratitud más sincera va dirigida a mis directores de tesis Miguel Ángel Manzano Rodríguez y Helena de Felipe. Desde mis primeros pasos en los estudios árabes e islámicos han creído en mí con una generosidad que no olvidaré. Su constante paciencia, cercanía y humanidad han sido pilares fundamentales durante este complejo camino. De modo que, *shukran*, por haber depositado tanta confianza en mí y por todo el aprendizaje que me habéis transmitido.

Quiero agradecer la Universidad de Salamanca por haberme dado una cálida acogida desde los inicios de mi formación y por haber permitido mi desarrollo académico durante una década. También quiero subrayar el papel que ha tenido el “Instituto de Estudios Medievales y Renacentistas y Humanidades digitales” (IEMYRhd), pues aquí no sólo tuve un puesto de trabajo, sino que me ha dado la oportunidad de conocer a personas especiales como son mis compañeros de despacho, especialmente a: Rubén Corrales Durán, Fátima Zahra Salhi, Arturo López Martínez, Pablo Martín González, María Antonia García Garrido y Roberta Romeo. Asimismo, quiero destacar la importancia que ha supuesto la obtención de la beca predoctoral FPU del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, gracias a la cual he podido desarrollar mi tesis doctoral y dedicarme a la investigación.

No se me olvida el gran apoyo que los compañeros y compañeras del Área de Estudios Árabes e Islámicos me han proporcionado a lo largo de estos años y por haber contado siempre conmigo en las actividades académicas de nuestro grado y haber contribuido a mi crecimiento como investigadora y como persona. Me gustaría hacer un agradecimiento especial al profesor Rachid El Hour quien, aparte de haberme facilitado bibliografía, ha mostrado un gran interés hacia mi trabajo. Además, este camino no habría sido lo mismo sin la presencia alentadora de Laura Gago Gómez. En muchos cafés, conversaciones interminables e instantes de complicidad académica y personal, su compañía y cariño han sido un verdadero sostén emocional, así que “muchos *shukranes*”. Igualmente quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Virginia Vázquez Hernández por su generosidad y empatía durante estos años, en los que ha sido un placer compartir asignaturas y muchos cafés de desahogo que recordaré con mucho afecto.

También quiero agradecer a mis “hermanas de tesis” Cristina Franco Vázquez y Alba San Juan Pérez, con las que durante estos años hemos compartido penas y alegrías así como ideas para el futuro y mucho entusiasmo en todo lo que hemos organizado y hecho juntas. Igualmente, gracias a Lidia Fernández Fonfría por su apoyo y por haber contado conmigo en todos los proyectos y actividades académicas.

Asimismo, quiero manifestar toda mi gratitud hacia todos los miembros del proyecto MAGNA II por la fructífera colaboración que se ha desarrollado a lo largo de estos años. Quiero dedicar un reconocimiento especial a: Vermondo Brugnattelli, Marta Novo, Juan Javier García-Abad Alonso y María Crego por haber contado conmigo en más de una ocasión para el desarrollo de actividades en el marco de este proyecto y por brindarme ayuda académica así como bibliografía para el desarrollo de mi tesis.

No habría sido posible alcanzar este objetivo sin el valioso aprendizaje que me ha proporcionado Fernando Rodríguez Mediano, quien muy amablemente me facilitó en mis inicios de la tesis una versión inédita de la obra de León Africano en la edición de Andrea Donnini y con quien siempre he tenido conversaciones enriquecedoras y un guía con sus sabios consejos, aparte de momentos de alegría gracias a su particular simpatía.

Quiero expresar mi gratitud también a Bilal Sarr por su amabilidad y gran disponibilidad, gracias a quien he aprendido mucho sobre su disciplina, la arqueología, y cuyo conocimiento me ha sido de suma importancia para el desarrollo de mi tesis. También quiero agradecerle su apoyo y estima hacia mí como investigadora y el interés que, en más de una ocasión, ha puesto para que esta tesis salga adelante.

No se me podría olvidar a Carles Múrcia, a quien agradezco por su infinita disponibilidad y la gran ayuda que me ha ofrecido siempre que le he planteado dudas o preguntas sobre la lengua amazige. Sin su conocimiento esta tesis tendría unas lagunas importantes, así que *¡tanemmirt!*

Igualmente, quiero agradecer al profesor Jean-Pierre Van Staëvel por su acogida durante mi estancia internacional en París, gracias a quien he tenido acceso al fondo bibliográfico del “Institut d’Art et d’Archéologie”, de la “Bibliothèque de la Sorbonne” (París I) y de la “Bibliothèque universitaire des langues et civilisations”. Asimismo, quiero expresar mi gratitud a Elise Voguet por su amabilidad y haberme permitido asistir al interesante ciclo de seminarios “Mondes sahariens”.

Alcanzar este objetivo y cerrar esta etapa de mi vida no habría sido posible sin el amor, paciencia y cariño de mis padres, que, pese la distancia siempre han creído en mí y me han dado aliento y ánimo incluso en los momentos más duros.

A mi pareja José Ángel le corresponde mi inmensa gratitud por haber estado en cada etapa de este largo camino con una entrega incondicional. Su compañía serena y su presencia constante en los momentos difíciles, sin exigir nada a cambio, han sido para mí un refugio inestimable. Gracias por soportar mis enfados, mis ausencias, mis miedos, mis fatigas y tantas incertidumbres. Su comprensión, especialmente en este último año, ha sido soplo de aire cotidiano y su fe en mí, incluso cuando yo misma no la tenía, ha sido esencial para poder llegar al final de este recorrido.

RESUMEN

Esta tesis doctoral tiene como objetivo principal reconstruir y estudiar el clima histórico del Mágreb al-Aqṣà entre los siglos IX y XVI. Para ello se ha analizado el fenómeno de la Anomalía Climática Medieval y sus repercusiones, tanto en términos de cosechas como en la vida de la población (hambrunas, epidemias, adaptaciones etc.). El trabajo se ha basado en el estudio de las fuentes medievales —de carácter geográfico, crónicas así como textos de otra naturaleza— y en las obras del siglo XVI de León Africano y Mármol Carvajal. Asimismo, se ha prestado atención a los cambios experimentados en el paisaje natural de distintas zonas del Mágreb al-Aqṣà (Dar‘a, Mequinez y península tingitana), habiéndose identificado y, en consecuencia, descrito, los procesos erosivos como el de desertificación y deforestación, provocados precisamente por las alteraciones climáticas y las acciones humanas. Esta tesis ha permitido llegar a conclusiones más sistematizadas sobre las variaciones climáticas ocurridas en el Mágreb al-Aqṣà y sobre los cambios paisajísticos experimentados en los diversos ecosistemas que componen esta región, habiéndose detectado alteraciones sustanciales en términos del entorno natural en el periodo que se ha señalado.

ABSTRACT

This doctoral dissertation aims to study and reconstruct the historical climate of the Maghreb al-Aqṣà between the 9th and 16th centuries. To this end, it analyzes the phenomenon of the Medieval Climate Anomaly and its repercussions, both in terms of agricultural yields and in the daily lives of the population (famines, epidemics, adaptations, etc.). The research is based on the study of medieval sources—geographical texts, chronicles, and other types of documents—as well as on 16th-century works by Leo Africanus and Luis de Mármol Carvajal. Particular attention has also been paid to changes in the natural landscape of various regions of the Maghreb al-Aqṣà (Dar‘a, Meknes, and the Tingitan Peninsula), identifying and describing erosive processes such as desertification and deforestation, which were driven by climatic shifts and human activities. This PhD has made possible to reach more systematic conclusions on the climatic variations that have occurred in the Maghreb al-Aqṣà and on the landscape changes experienced in the various ecosystems that make up this region, having detected substantial alterations in terms of the natural environment over the period in question.

SISTEMA DE TRANSCRIPCIÓN

El sistema de transcripción empleado a lo largo de la tesis doctoral es el de los arabistas españoles ligeramente variado:

ﺀ	ء
b	ب
t	ت
ṭ	ث
ġ	ج
ḥ	ح
ḫ	خ
d	د
ḍ	ذ
r	ر
z	ز
s	س
š	ش
ṣ	ص
ḍ	ض
ṭ	ط
ẓ	ظ
‘	ع
ġ	غ
f	ف
q	ق
k	ك
l	ل
m	م
n	ن
h	ه
w	و
y	ي

Vocales:

- Cortas: a, i, u
- Largas: ā, ī, ū
- Alif maqṣūra: à

Otras cuestiones formales:

- La hamza inicial no se transcribe
- El artículo *al-* se elide según las reglas del árabe *fuṣṣḥà*
- La ʿ en idāfa se transcribe *-at*

Hibridaciones: مغرب الأقصى se ha transcrito de la siguiente manera “Mágreb al-Aqṣà”, haciéndose la hibridación entre la clásica transcripción y el castellano, como ya ocurre con otros muchos términos, por ejemplo “ḥāriġies” en lugar de “ḥāriġī-es” ya ampliamente aceptados.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual no cabe duda de que las ciencias ambientales y todas las cuestiones referentes al cambio climático y a su impacto han adquirido mucha importancia. La intensificación de fenómenos extremos como las tormentas devastadoras, las sequías prolongadas, los huracanes, las olas de calor, o las riadas, entre muchos otros, están estrechamente vinculados a las alteraciones en el clima así como a la intervención del ser humano en los ecosistemas.

El Mágreb al-Aqṣà, es decir, aproximadamente el actual Marruecos, según la terminología de la geografía árabe clásica, correspondía a un territorio de gran legado histórico y una destacada diversidad ecológica. Este espacio, en la actualidad, se enfrenta a desafíos ambientales relevantes, derivados de un clima cada vez más inestable y marcado por patrones meteorológicos severos, a saber: la falta de lluvia, la escasez de agua y las inundaciones, entre otros. Las oscilaciones climáticas llevan, a largo plazo, a procesos como los de desertificación y deforestación. Dichos cambios, no sólo transforman el paisaje natural, sino que inciden notablemente en el estilo de vida de la población, con consecuencias tanto económicas como sociales.

Es a partir de estas circunstancias que ha surgido mi interés por estudiar y analizar el clima y sus consecuencias desde una perspectiva diacrónica y desde el punto de vista de la filología árabe. De modo que el esfuerzo de estos años de investigación se ha centrado en entender cómo era el clima en el lapso temporal entre los siglos IX y XVI en el Mágreb al-Aqṣà y de qué manera influyó en las sociedades de esta misma región. Estos interrogantes me han llevado a plantear dos objetivos principales:

- Reconstruir el clima entre los siglos IX y XVI, detectando las variaciones que ha experimentado y las posibles anomalías climáticas ocurridas, que, como no puede ser de otro modo, han tenido un impacto en el paisaje natural y en el estilo de vida de los individuos.
- Examinar de qué manera y en qué medida las anomalías climáticas han influido en las vivencias del ser humano y en las condiciones medioambientales del Mágreb al-Aqṣà.

Para alcanzar los objetivos mencionados ha sido necesario plantear otros de carácter específico. En primer lugar, se estudiará el fenómeno de la Anomalía Climática Medieval a partir de los datos ofrecidos desde las fuentes árabes y, más concretamente, se

reconstruirán los ciclos de lluvia a través del estudio cerealístico de cuatro zonas distintas del Mágreb al-Aqṣà. De este modo, se espera proporcionar una visión lo más completa posible del clima histórico de este espacio geográfico y de una manera lo más zonificada posible, detectándose diferencias y congruencias entre los distintos bioclimas que conforman el Mágreb al-Aqṣà.

En segundo lugar, el estudio de la producción de secano no sólo contribuirá a la comprensión de los diversos patrones pluviométricos, sino que permitirá observar la afectación que supuso la Anomalía Climática Medieval en términos de cosechas de cereales. Esto último me llevará al desarrollo del segundo objetivo general planteado *supra*, que es analizar cómo este fenómeno climático ha influido en el estilo de vida de los seres humanos.

En relación con lo que se acaba de comentar, me he propuesto estudiar el impacto que las anomalías climáticas supusieron para la población, por lo que recoger datos relacionados con los episodios de hambrunas, brotes epidémicos y de alza de los precios será esencial para establecer una relación tangible entre el clima y las consecuencias que derivan de este mismo a nivel social. Asimismo, se atenderá a todas aquellas adecuaciones que la población adoptó en respuesta a unas condiciones climáticas específicas, lo que permitirá entender no sólo cuáles eran dichas condiciones (sequías, tormentas, inundaciones etc.), sino también observar cómo los grupos humanos se adaptaron a éstas; para ello, examinar los movimientos poblacionales, las diversas tipologías de silos y graneros, así como otros tipos de aclimataciones como los aterrazamientos, y de costumbres, por ejemplo la alimentación, será fundamental.

Tras haber estudiado todas las consecuencias que afectaron al modo de vida de la población, será inevitable observar cómo todas las adecuaciones llevadas a cabo por los seres humanos han contribuido a la transformación medioambiental del Mágreb al-Aqṣà. De ahí que otro objetivo específico será analizar cómo las acciones humanas han influido en los cambios del paisaje natural de este territorio. A través de tres estudios de caso concretos se han intentado detectar alteraciones en los diferentes ecosistemas, provocados por las actividades realizadas por los grupos humanos (pastoreo, ampliación de terreno cultivable, tala de árboles etc.). De esta manera se podrá ver si se han verificado procesos de pérdida de biodiversidad, deforestación y desertificación.

La consecución de estos objetivos no ha sido una tarea sencilla de llevar a cabo.

Los estudios sobre climatología y medioambiente en perspectiva histórica aún se encuentran poco desarrollados para la zona que me ha interesado: el Mágreb al-Aqṣà. Por el contrario, otras áreas del Mediterráneo, especialmente la vertiente europea (por ejemplo la península ibérica), cuentan con abundantes estudios sobre paleoclimatología y el paisaje natural. Aunque se han llevado a cabo estudios sobre el clima histórico de esta zona, como se verá en el apartado correspondiente, esta investigación que se presenta pretende ofrecer una de las primeras aproximaciones, hasta donde mi conocimiento alcanza, del clima pasado de este espacio y sus implicaciones de una manera sistematizada. Con ello, además, me gustaría ofrecer un punto de partida para futuras investigaciones más especializadas y detalladas sobre esta región.

METODOLOGÍA Y CORPUS DE TEXTOS

La metodología utilizada para el desarrollo de esta tesis es la propia de los estudios filológicos, para lo cual me he centrado en el análisis crítico de los textos árabes de época medieval y de los del siglo XVI¹. Por tanto el trabajo se ha fundamentado en el cotejo y examen comparativo de fuentes que abarcan desde los siglos IX/X hasta el XIV por lo que concierne a las árabes, así como en el estudio de las obras de León Africano y Mármol Carvajal correspondientes al siglo XVI.

Para la lectura del *corpus* textual en árabe se ha optado por el análisis directo en esta misma lengua (el árabe), con el fin de atender de la manera más fiel y precisa posible a las diversas matizaciones lingüísticas y conceptuales de cada obra, de acuerdo con los objetivos planteados en esta tesis. Si bien soy plenamente consciente del inestimable valor de las traducciones existentes, esta elección metodológica responde a mi voluntad de aproximarme a estos textos preservando su rigor terminológico y la “integridad” del contenido transmitido. Aun así, para consultas puntuales de algunos textos concretos sí se han utilizado las traducciones como en el caso de la obra de Ibn Ḥaldūn, *al-Muqaddima* que se ha cotejado la traducción de Cheddadi *Le livre des exemples*.

Fuentes primarias

Las fuentes empleadas pertenecen a diferentes géneros textuales, siendo las de carácter geográfico las mayoritarias. Más concretamente muchas de estas obras sobre la geografía de la *dār al-islām* se inscriben en la corriente de *al-masālik wa-l-mamālik*

¹ Toda las fuentes y la bibliografía recopilada y que se cita a lo largo de la tesis se mencionarán en nota pie de página de manera abreviada y se verá su versión completa en el apartado de “bibliografía” al final.

(“[Libro] de los caminos y los reinos”), cuyo objetivo original era el de satisfacer las nuevas necesidades políticas y territoriales de funcionarios, visires y califas². Este conocido género ha sido objeto de muchos estudios debido a sus numerosos autores y a lo fundamental de los datos que nos han hecho llegar³. La originalidad de estos textos reside en la minuciosidad con la que los autores⁴ cartografiaron y describieron las provincias islámicas, aportando, no sólo información sobre la subdivisión administrativa de los *aqālim*, sino también aspectos de la geografía física y del paisaje que son indispensables en este estudio, como lo referente a ríos, montañas, cultivos, topónimos, rutas, la población y otros datos para ellos relevantes, entre éstos algunas noticias están relacionadas con el clima. El cotejo del conjunto de estas obras ha sido especialmente importante para esta investigación puesto que de ellas se han extraído la mayoría de los datos que necesitaba para desarrollar mi análisis.

Asimismo, existen fuentes geográficas que siguen el método de la geografía ptolemaica (desarrollada en torno al siglo II d.C.), esto es, la geografía sinóptica. Si bien tuvo una recepción menos amplia en la cultura arabo-islámica, ha sido igualmente importante para tener una representación del mundo en su totalidad y no sólo limitada a las regiones musulmanas. En esta corriente, más bien de geografía matemática y sistematizada por coordenadas a la hora de organizar las diversas regiones del mundo, se circunscribe la obra *Kitāb basaṭ al-arḍ fī l-ṭūl wa-l-ʿarḍ* (“Libro de la imagen de la tierra en longitud y latitud”), conocida también como *Kitāb al-Ġuġrāfiya* (“Libro de geografía”) de Ibn Saʿīd al-Maġrībī (m. ca 673-685/1275-1286). El autor Abū l-Fidāʾ (m. 732/1331) retomaría en no pocas ocasiones los datos de Ibn Saʿīd, que él transmite a través de su *Taqwīm al-buldān* (“La disposición [precisa de la longitud y la latitud] de los países”) y que también se ha citado a lo largo de esta tesis.

Igualmente, se han utilizado fuentes de tipo enciclopédico como son el *Muʿġam al-*

² Sobre este género véase: Franco-Sánchez, “Al-Masālik wa-l-mamālik: precisiones acerca del título de estas obras de la literatura geográfica”; Franco-Sánchez, “El occidente musulmán en los mapas del Mediterráneo de la «escuela de al-Balji»”, pp. 43-47 y Miquel, *La géographie humaine du monde musulman*, p. xxxiii.

³ La bibliografía sobre este género enmarcado en la geografía árabe es abundantísima y no es este el lugar para realizar un listado exhaustivo. Sin embargo, para profundizar sobre este tema se puede consultar aparte de los estudios de referencia de A. Miquel y los trabajos de F. Franco-Sánchez a: Carmona González, “La estructura del título en los libros árabes medievales”; Kramers, “La question Balḥī-Iṣṭahrī-Ibn Ḥawḳal et l’Atlas de l’Islam”; Blachère y Darmaun, *Extraits des principaux géographes arabes du Moyen Âge*, entre muchos otros.

⁴ En cada capítulo, la primera vez que aparece el nombre de los autores tanto de las “fuentes primarias” como de las “fuentes secundarias” se indicará la fecha de fallecimiento entre paréntesis para orientar y guiar el lector en la cronología de los datos expuestos.

Buldān (“Diccionario de los Países”) de Yāqūt (m. 626/1229) y el *Kitāb al-Rawḍ al-Miʿtār* (“Libro del jardín perfumado”) de al-Ḥimyarī (m. 900/1495). Ambas son consideradas obras geográficas, aunque presentadas en un formato distinto con respecto a las de *al-masālik wa-l-mamālik*, siendo estos compendios organizados en orden alfabético como diccionarios toponímicos. Precisamente por su carácter recopilatorio, con frecuencia se pueden observar calcos de escritos anteriores, especialmente de al-Bakrī (m. 487/1094), al-Idrīsī (m. 570/1175) e Ibn ʿAbd Rabbihi al-Ḥafīd (m. 602/1205). Por último, cabe mencionar la *Rihla* de Ibn Baṭṭūṭa (m. 769/1368), donde el autor a través de sus experiencias transmite también información valiosa y que se ha tenido en cuenta.

Este corpus documental representa la base principal para analizar las temáticas abordadas en esta tesis, aunque no han sido pocos los obstáculos a la hora de localizar datos directos, en lo que se refiere al clima. La información que necesitaba para construir y afianzar mis argumentaciones es, para estos autores, casi siempre secundaria o incluso inexistente, aunque es cierto que a través de una lectura minuciosa y pormenorizada de estos textos he conseguido recopilar una suficiente cantidad de datos que se encuentran en la base de mis argumentos. En este sentido, la construcción del objeto de estudio ha sido compleja, puesto que los autores medievales transmiten noticias escasas sobre los temas que me han interesado. De modo que para articular mi discurso ha sido necesario cambiar la perspectiva de análisis y hallar otro tipo de información, relacionada con otras ramas del conocimiento, que han coadyuvado a la reconstrucción del clima en este espacio geográfico. En consecuencia, todo lo referente a la orografía, la agricultura, el caudal de los ríos, la flora, la pluviometría, el alza y disminución de los precios o, meramente, la comercialización o no de determinados productos, la alimentación e, incluso, los desplazamientos de los grupos humanos han tenido un gran valor puesto que han contribuido, de forma complementaria pero indispensable, a configurar la base documental que me ha permitido reconstruir el clima del Mágreb al-Aqṣà en el periodo indicado.

Quiero destacar, también, que me he centrado especialmente en las fuentes que se refieren al Mágreb, las cuales, como se verá a lo largo de la tesis, son numerosas. A todo ello, debo sumar una dificultad específica, esto es, la complejidad que afecta a buena parte de la terminología que he debido utilizar. Los autores de este conjunto documental tienen procedencias distintas (orientales y occidentales), por lo que, otro desafío ha consistido en identificar la diversidad léxica, contextualizando su vocabulario según el origen de

cada obra. La sinonimia en los textos medievales es un fenómeno bastante habitual, especialmente en lo que respecta a la descripción del mundo rural, ya sea terreno de secano o de regadío. Del mismo modo, no todos estos autores han viajado efectivamente al Mágreb al-Aqṣà, por lo que se ha tenido en cuenta para el análisis de los datos si las obras son simplemente recopilatorias o si describen las vivencias de los propios autores, pues la información transmitida no sólo es posible que varíe, pudiendo ser más o menos extensa, sino que la cronología de estas noticias tienen, a veces, dataciones anteriores. Por todo ello, en el análisis de este amplio abanico de información se ha prestado especial atención tanto a los aspectos lingüísticos como a la dimensión diacrónica tan esencial para esta investigación.

A la luz de lo que se acaba de comentar, y en virtud del enfoque diacrónico de la tesis, el uso de las crónicas ha sido especialmente importante por lo que concierne a la periodización de las anomalías climáticas identificadas en estos textos. En este sentido, aunque se han tenido en cuenta los textos más relevantes desde el punto de vista histórico, como *al-Kāmil fī l-Tārīḥ* (“La historia completa”) de Ibn al-Aṭīr (m. 630/1233), o *Futūḥ Miṣr wa-l-Maġrib* (“Conquistas de Egipto y el Mágreb”) de Ibn ‘Abd al-Ḥakam (m. 257/871), otras obras han sido fundamentales, no solo por el tipo de información aportada sino también por la precisión extraordinaria con la que los autores nos han hecho llegar los datos. Este es el caso del *Kitāb al-ānīs al-muṭrib bi-rawḍ al-qirṭās fī āḥbār mulūk al-maġrib wa tārīḥ madīnat Fās* (“El libro de compañía que entretiene en el jardín de la páginas de la crónica de los reyes del Mágreb y la historia de la ciudad de Fez”) de Ibn Abī Zar‘ (m. 726/1326) y del *Kitāb al-Bayān al-Muġrib fī iḥtiṣār aḥbār mulūk al-Andalus wa-l-Maġrib* (“Libro de la increíble historia de los reyes de al-Ándalus y del Mágreb”) de Ibn ‘Idārī (m. ca 712/1312).

Las crónicas, aunque centradas principalmente en la narración de los hechos históricos vinculados a determinados cambios políticos o dinásticos, han sido esenciales para establecer la cronología de las anomalías climáticas. A pesar de que los datos referentes al clima no son abundantes, los pocos que sí se han localizado mencionan momentos concretos de sequía o de tormentas, así como otros fenómenos meteorológicos que han sido de gran utilidad por lo que respecta a la reconstrucción del clima medieval en el Mágreb al-Aqṣà. Su relevancia radica en dos razones: la primera, los cronistas, siempre que tratan sobre estos fenómenos climáticos, para ellos excepcionales, proporcionan fechas específicas y, la segunda, son los únicos textos en la Edad Media, de los cotejados,

que ofrecen datos directos sobre el clima *strictu sensu*.

Para visualizar mejor los cambios climáticos y paisajísticos de este espacio en diacronía se ha considerado necesario, además, dar un salto en la cronología y usar, por lo tanto, textos tardíos, más concretamente del siglo XVI. Las obras utilizadas han sido dos —se mencionarán a continuación— aunque es cierto que existen otras, especialmente las portuguesas, que se habrían podido incorporar lo que, sin duda, se hará en el futuro. Entre ellas: el *Esmeraldo de Situ Orbis* (“Esmeralda sobre la posición del mundo”) de Duarte Pacheco Pereira (m. 1533), la *Crónica do Felicíssimo Rei D. Manuel* (“La crónica del felicísimo rey Don Manuel”) de Damião de Góis (m. 1574), y la *Crónica do Conde D. Pedro de Menezes* (“Crónica del Conde Don Pedro de Meneses”) de Gomes Eanes de Zurara (m. 1474).

Sin embargo, las que han sido objeto de análisis en estas tesis son las que siguen. La primera, *La Cosmographia dell’Affrica* de León Africano (m. 961/1554) en la edición de Andrea Donnini “Africa. Edizione del codice “V.E. 953” della Biblioteca Nazionale Centrale Vittorio Emanuele II di Roma.”, que, además, es el estudio más reciente sobre la obra de este autor, pues se ha publicado en el año 2023 y, por ello, se ha preferido para esta investigación. No obstante, existen otras que se han usado hasta la fecha y que conviene mencionar aunque en esta tesis no se hayan citado por la razón que se acaba de explicar: la “Cosmographia de l’Affrica (Ms. V.E. 953 - Biblioteca nazionale centrale di Roma - 1526) / Giovanni Leone Africano” editada por Gabriele Amadori en el año 2014 y la “Descripción general del África y de las cosas peregrinas que allí hay” de Serafín Fanjul del año 2004, aunque tiene una traducción anterior del año 1995⁵.

La segunda es la obra de Luis de Mármol Carvajal (m. 1008/1600) impresa en varios volúmenes, de la cual me han interesado los siguientes: “Libro tercero y Segundo volumen de la Primera parte de La descripción general de Affrica” y “Segunda parte y libro septimo de la descripción general de Africa” en la impresión de Casa de Rene Rabut en el año 1573 y 1599 respectivamente⁶.

⁵ Sobre este autor se puede consultar los siguientes estudios: Zemon Davis, *León el Africano. Un viajero entre dos mundos*; Pouillon, “León el Africano, hombre de muchos rostros”; Pouillon, *Léon l’Africain*; Sanz Sánchez, “León el Africano” y Melon, “Juan León Africano y su “Descripción de Africa””.

⁶ Para más información sobre este autor véase: Sánchez Ramos, “El mejor cronista de la guerra de los moriscos: Luis del Mármol Carvajal”; Castillo Fernández, *La historiografía española del siglo XVI: Luis del Mármol Carvajal y su historia del rebelión y castigo de los moriscos del reino de Granada. Análisis histórico y estudio crítico*; Castillo Fernández, “El conocimiento del mundo musulmán en la España del XVI: Luis del Mármol Carvajal”; Rodríguez Mediano, “Luis del Mármol lecteur de Léon Une appréhension

Ambos textos han sido clave para trazar los cambios climáticos y paisajísticos entre la época medieval y la moderna. Tanto León Africano como Mármol Carvajal viajaron al Mágreb al-Aqṣà por lo que sus testimonios proporcionan información directa de este territorio, aunque sesgada por las vivencias de cada uno de estos autores. De estas obras se ha podido recopilar datos muy diversos, y algunos incluso sobre cuestiones climáticas, especialmente por lo que concierne las temperaturas, lluvias y otros detalles propios de la experiencia personal vivida. Pese a que este tipo de noticias no son abundantes, ciertamente los exiguos datos que se han extraído han sido de gran utilidad para hacer la comparación con los recopilados en las crónicas. Asimismo, ofrecen mucha información sobre la agricultura, los productos destinados al comercio, la alimentación y alguna comida típica, sobre la topografía, la hidrología y los caudales de los ríos de este espacio, los desplazamientos de los individuos y todo lo referente a los hechos históricos del siglo XVI. Todo este conjunto de datos no sólo ha posibilitado la reconstrucción del clima de este siglo, sino también la observación, como ya se ha indicado, de los cambios que el entorno natural experimentó a raíz de unas condiciones climáticas distintas a las descritas en las fuentes medievales.

Fuentes secundarias

Las fuentes que se han presentado hasta este punto han sido el *corpus* textual principal de la tesis. Sin embargo, vista la naturaleza del tema desarrollado, se han incorporado otros textos secundarios de la Edad Media que han sido fundamentales para complementar la información, a veces, escasa en las obras anteriormente citadas. De este modo, he utilizado: el *Kitāb al-Filāḥa* ("Libro de Agricultura") de Ibn al-Awwām (m. siglo XII), cuyas aportaciones sobre los productos agrícolas y la manera de cultivarlos han ayudado a comprender la configuración del paisaje natural del Mágreb al-Aqṣà a través de sus cultivos y plantaciones. Para el estudio de las plantas, especialmente las autóctonas de este territorio, cuya nomenclatura, en ocasiones, es en lengua amazige se ha utilizado la enciclopédica obra de botánica *ʿUmdat al-Ṭabīb fī maʿrifat al-nabāt* ("La guía del médico en el conocimiento de las plantas") de Abū l-Ḥayr al-Īsbīlī del siglo XI.

Una parte importante de la tesis se ha enfocado al análisis y estudio de la gestión de los cultivos. A pesar de que se haya integrado bibliografía especializada sobre el tema, como se verá en el siguiente apartado, estas obras correspondientes al periodo medieval

espagnole de l'Afrique" y Rodríguez Mediano, "Luis de Mármol y el humanismo. Comentarios sobre una fuente de la Historia del rebelión y castigo de los moriscos del Reyno de Granada".

ofrecen información valiosa en lo que respecta los cultivos, sus cuidados y características específicas, que no sólo se relacionan con el clima, sino que proporcionan una imagen bastante nítida de cómo se presentaba el paisaje natural del Mágreb al-Aqṣà. Además de ello, estas fuentes han sido imprescindibles para tratar las cuestiones terminológicas sobre dichos productos. A este propósito, cabe recordar que los vocablos que se refieren a los cultivos en las fuentes geográficas no están sistematizados, lo que puede deberse, entre otros factores, a que los autores estuvieran transmitiendo la información de los que les habían precedido, por lo que la nomenclatura también puede ser un calco de obras anteriores y por ello la significación de estos términos agrícolas no resulta siempre coherente.

Asimismo, cabe citar el *Kitāb al-Tabīḥ wa Iṣlāḥ al-aḡḏīya al-mā'kūlāt wa ṭayyibāt al-aṭ'ima al-maṣnū'āt* (“Libro de cocina, preparación de los alimentos, delicias gastronómicas extraídas de libros de medicina, términos culinarios y costumbres gastronómicas”) escrita por Ibn Sayyār al-Warrāq en el siglo X, que, además, es el recetario más antiguo que se conoce hasta el momento y la obra anónima hispano-magrebí *Kitāb al-Tabīḥ* (“Libro de Cocina”) de época almohade. Las recetas y los ingredientes descritos en estos textos han sido muy valiosos especialmente para estudiar la alimentación de la población del Mágreb al-Aqṣà. Igualmente, para este mismo fin se ha utilizado la obra hagiográfica *Al-Taṣawwuf ilà riḡāl al-taṣawwuf* (“Contemplando a los hombres del Sufismo”) de al-Tādilī b. al-Ziyyāt escrita en el siglo XIII. La figura de los santos sufíes se ha elegido como medio para poder comprender y estudiar, no simplemente cómo era la alimentación en el Mágreb al-Aqṣà, sino más concretamente la dieta de la gran mayoría de la población, es decir de aquella parte de la sociedad que no formaba parte de la élite. En este sentido, el estilo de vida de estos santos caracterizado por la sobriedad y la austeridad refleja de la mejor manera las vivencias de los individuos, especialmente en épocas de hambruna.

Bibliografía integrada

El tema de esta tesis tiene un claro carácter interdisciplinario y no me habría sido posible alcanzar los objetivos que se han planteado *supra* sin el apoyo bibliográfico de estudios de otras disciplinas especializadas. Para ello en la investigación que presento se han integrado materias muy diversas y que se desglosan a continuación:

- La paleoclimatología: las reconstrucciones paleoclimáticas han sido esenciales

para trazar las tendencias del clima durante la Anomalía Climática Medieval gracias al estudio de los proxys. Estos son indicadores indirectos del clima secular que se han conservado en “archivos naturales”, como en registros polínicos, en los anillos de los árboles, en sedimentos lacustres, corales entre otros. Gracias a todos estos biomarcadores, esta disciplina consigue reconstruir las temperaturas y las precipitaciones en el pasado. De modo que el primer paso ha sido analizar y conocer el debate que se ha producido en torno a esta cuestión, para posteriormente valorar su aplicación en el marco cronológico y geográfico de esta tesis. Sin duda, ha resultado esencial partir del estado inicial del debate sobre el Periodo Cálido Medieval, apoyándome en estudios como: “The early medieval warm epoch and its sequel” de H. Lamb, “Was there a ‘medieval warm period’, and if so, where and when?” de M. K. Hughes y H. F. Diaz y “The Medieval Warm Period, the Little Ice Age and simulated climatic variability” de B. G. Hunt. Estas obras han permitido comprender cuál era el estado de la cuestión antes del año 1998 y observar cómo ha evolucionado en las investigaciones posteriores. En este sentido, desde esa fecha el enfoque de análisis y los resultados obtenidos por los paleoclimatólogos han cambiado significativamente. Los nuevos estudios abordan este fenómeno de una forma más matizada; entre éstos se pueden mencionar: “The role of forcing and internal dynamics in explaining the “Medieval Climate Anomaly” de Goosse H. *et alii*; “Support for global climate reorganization during the “Medieval Climate Anomaly” de Graham *et alii*; “Hydroclimate in Africa during the Medieval Climate Anomaly” de S. Lüning *et alii* y “Climate over past millennia” de P. D Jones y M. E. Mann. Estos estudios más recientes han sido especialmente interesantes para entender no solo las diversas tendencias climáticas, sino su aplicación en el Mágreb.

- La botánica: se han usado estudios pertenecientes a varias de sus subdisciplinas como son: la arqueobotánica, la dendrología, la dendrocronología, la etnobotánica, la taxonomía vegetal, la fitoecología, la eco-anatomía vegetal, la paleobotánica, la fitogeografía y la palinología. Todas ellas han sido sumamente importantes para la identificación taxonómica de las especies vegetales, su distribución, evolución y adaptación en el espacio del Mágreb al-Aqşà, así como para el conocimiento de las plantas que ocupaban este territorio durante la época medieval a través de los restos fósiles vegetales carbonizados. Asimismo, la

“fisiología vegetal” me ha brindado información valiosa para el estudio del ciclo vital de las plantas, especialmente las gramíneas y sus necesidades hídricas y edáficas, lo cual ha sido fructífero para comprender el funcionamiento de los ciclos de lluvias. Toda la información que aportan estas disciplinas, indirectamente, proporciona datos implícitos estrechamente vinculados al clima, por lo que no sólo se han usado para examinar la agricultura y flora del Mágreb al-Aqṣà, sino que han completado las reconstrucciones paleoclimáticas y los datos de las fuentes. Algunos estudios fundamentales a los que quiero remitir son: “Archaeobotanical research at the medieval fortified site of Îgîlîz (Anti-Atlas, Morocco) with particular reference to the exploitation of the argan tree” de M-P. Ruas *et alii*; “La géographie des plantes dans l’Occident Musulman (XIe - XVIe siècle)” de A. Benamar; “Le dry-farming et ses applications dans l’Afrique du Nord” de A. Bernard; “Programme de recherches pratiques en agronomie pour dryland farming dans la zone pluviométrique de 200-400mm du Maroc” de H. H. Campbell *et alii*; “Soils, their formation, properties, composition, and relations to climate and plant growth in the humid and arid regions” de E. W. Hilgard; “Catchment disturbance inferred from paleolimnological studies of three contrasted sub-humid environments in Morocco” de R. J. Flower *et alii*; “Ethnobotanical, geographical, phytochemical and dyeing study of the main tinctorial plants in Morocco” de O. Chajii *et alii* y “Fruits et légumes consommés au Maroc antique et médiéval: témoignages archéobotaniques” de M-P. Ruas, entre muchas otras.

- La arqueología: las aportaciones arqueológicas han sido fundamentales para tener una percepción más tangible sobre la relación que el ser humano ha establecido con su entorno natural. Los registros arqueológicos son esenciales para comprender de qué manera los individuos han moldeado el paisaje natural así como las propias sociedades se han adaptado a las circunstancias climáticas de este periodo (IX- XVI). En este sentido, la descripción de vestigios de graneros, terrazas y de asentamientos urbanos de esta época han sido especialmente interesantes para identificar los métodos de subsistencia y los procesos de deforestación y desertificación, muy vinculados a los cambios climáticos; el caso del Dar‘a presentado en el capítulo 4 es esclarecedor. Sobre esta cuestión han sido fundamentales las siguientes investigaciones: “La culture en terrasses dans l’Afrique du Nord” de J. Despois; “Les greniers collectifs en

Afrique du Nord: Apparition, dynamique et formes de valorisation” de H. Ramou; “L'apport de l'archéologie à l'histoire de l'Afrique occidentale entre le Ve et le XIIe siècle” de J. Devisse; “A History of Human Impact on Moroccan Mountain Landscapes” de R. Cheddadi *et alii* y “Shaping the Landscape, Preserving the Knowledge: How Terraces in the High Atlas Mountains of Morocco Retain Traditional Ecological Knowledge” de B. Montanari.

- La geología: en esta disciplina se engloban distintas ramas científicas que han sido de gran utilidad para esta tesis y son: la edafología, la pedología, la geomorfología, la hidrología y la sismología, esta última concretamente para el capítulo 6. Todas ellas estudian desde diferentes puntos de vista el suelo y han sido esenciales para el análisis del terreno en sus necesidades nutritivas e hídricas y sus movimientos, así como para comprender el comportamiento de las aguas, especialmente para el ecosistema de montaña. Cabe señalar que la materia tratada por estas disciplinas ha contribuido al conocimiento de los requerimientos de la flora del Mágreb al-Aqṣà y, en consecuencia, cómo las anomalías climáticas han influido en el crecimiento de las plantas y los cultivos. Las referencias básicas para acercarse al estudio del suelo en el espacio del Mágreb occidental son las siguientes: “Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física” de E. J. Tarbuck y F. K. Lutgens; “Geodynamic evolution of the central and western Mediterranean: Tectonics vs. igneous petrology constraints” de E. Carminati; “La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau” de C. Cheverry y M. Robert; “Ecosystem services in mountain environments. Benefits and threats” de P. Pereira *et alii* y “Hydrology, river regimes, and sediment yield” de J. Thornes *et alii*.
- La geografía: tanto la geografía física como la humana han sido disciplinas básicas para investigar sobre la vegetación, los cambios ambientales y el impacto humano sobre el medioambiente y el uso del suelo. Entre las obras consultadas hay que destacar: “L'Arenig–Llanvirn du Haut Atlas occidental et central (Maroc). Environnements sédimentaires, paléogéographie et contrôle de la sédimentation” de C. Choukri y H. Naïma; “The Environment of North Africa” de P. Leveau; “L'homme et les montagnes atlasiques au Maghreb” de G. Maurer y “Géographie du golfe ibéro-marocain” de J. R. Vanney y L. Ménanteau.

CONTENIDO DE LA TESIS

Tras el cotejo de las fuentes arriba descritas y la recopilación de una bibliografía que abarca disciplinas tan diversas, ha sido posible organizar el contenido de la tesis que presento. Se ha dividido este trabajo de investigación en dos grandes bloques: el primero, de carácter teórico, que engloba los capítulos 1, 2 y 3, y el segundo, correspondiente a estudios de caso, compuesto por los capítulos 4, 5 y 6.

El primer capítulo es el marco teórico de esta tesis y se centra en la explicación del fenómeno de la Anomalía Climática Medieval, antes llamado por H. Lamb Periodo Cálido Medieval. A través de un enfoque interdisciplinar que combina los estudios de paleoclimatología, de historia ambiental y el análisis de las fuentes arabo-islámicas de época medieval y las tardías del siglo XVI, se han reconstruido y examinado las variaciones climáticas entre los siglos IX y XVI en el territorio del Mágreb al-Aqṣà. Se han revisado más concretamente los modelos paleoclimáticos referentes a la Oscilación del Atlántico Norte (OAN), que ha sido el principal modulador del hidroclicma en el norte de África y de las temperaturas en Europa. El estudio de sus reconstrucciones, en relación con los textos medievales y del XVI, ha puesto de relieve el carácter asincrónico en el espacio y tiempo de este fenómeno climático, no sólo a nivel hemisférico, sino también regional.

El capítulo dos establece un vínculo entre la Anomalía Climática Medieval y la distribución de los cultivos de secano, es decir los cereales. El eje central del capítulo reside en la reconstrucción de los ciclos de lluvias a través del análisis de la producción cerealística, lo que ha permitido diferenciar cuatro zonas en el Mágreb al-Aqṣà en las que el régimen pluvial no siempre ha sido uniforme en el periodo estudiado. De modo que se han identificado anomalías climáticas, especialmente relacionadas con la pluviometría, que se han manifestado temporal y espacialmente de forma heterogénea, a excepción del siglo XIII, cuyas sequías afectaron de manera generalizada a todo el territorio. Asimismo, otra parte esencial de este capítulo versa sobre la arboricultura en el Mágreb al-Aqṣà que, por un lado, representa la gran diversidad de bioclimas de la zona, pues existen árboles mediterráneos (el olivo y la viña) y otros más propio de los ecosistemas áridos y semiáridos (el argán y la palmera). Por otro lado, pone de manifiesto la adaptabilidad de estos árboles a un territorio perjudicado por una fuerte irregularidad de las lluvias, por lo que muchas plantaciones adquieren un gran valor ecológico, como el argán y la palmera. Por último se ha abordado la temática del pastoreo, siendo esta actividad muy relevante en el Mágreb al-Aqṣà y, al mismo tiempo, causa de procesos como el de deforestación,

especialmente en bioclimas áridos y semiáridos.

El tercer capítulo analiza la Anomalía Climática Medieval en relación con el factor humano y desde múltiples puntos de vista. Ante todo, se ha buscado poner de relieve cómo los datos climáticos pueden coadyuvar a la explicación de hechos históricos notorios y, así, ofrecer otra perspectiva de estudio nueva; para ello se han analizado dos casos paradigmáticos: el ascenso almorávide y la invasión de los Banū Hilāl. Aparte de esto último se ha presentado un estudio lexicográfico sobre cómo venía descrito el paisaje agrario en los textos medievales para dar una lectura más adecuada del mundo rural en estas fuentes y, al mismo tiempo, proporcionar un aparato lingüístico que tiene su utilidad en los capítulos que siguen, donde se presentan estudios de caso específicos. El núcleo esencial de este capítulo es el análisis del ecosistema de montaña, no sólo el más extenso del territorio, sino también el más explotado por el ser humano. En este sentido, se ha arrojado luz sobre la importancia que tiene en términos de abastecimiento y regulación del caudal y calidad del agua que llena los ríos. También se ha puesto de manifiesto lo fundamental que resulta el paisaje de montaña por su gran cantidad de vegetación y bosques, cuya degradación supone el desequilibrio de todo el ecosistema y del propio clima local. Al respecto es interesante el ejemplo que se propone sobre el enclave de Alcazarquivir. Además, se han destacado aquellas estrategias implementadas por los grupos humanos para afrontar las variaciones climáticas y aprovechar la topografía del paisaje natural, incluyendo el uso de terrazas y graneros. Asimismo, se han registrado episodios de hambrunas y epidemias, extraídos desde las crónicas y las fuentes tardías, cuyo vínculo con las épocas de sequías prolongadas o las tormentas dañinas es claro, pues conllevaron los desplazamientos humanos y a otros tipos de adaptaciones como ha sido el cambio en la alimentación.

El cuarto capítulo se interesa por analizar el bioclima semiárido-árido mediante el estudio del valle del Dar'a. Las fuentes arriba citadas, ofrecen datos sobre el caudal del río homónimo, lo que ha permitido la reconstrucción, en cierta medida, de los ciclos de lluvias en este territorio. En este sentido, se ha detectado una clara tendencia hacia la aridificación del valle; si entre los siglos X y XII el caudal del río parecía ser relativamente abundante y podía desembocar en el océano atlántico, desde el siglo XIII hasta el XVI el río se convierte en un cuerpo de agua endorreico, lo que indica una clara disminución de las lluvias, además, corroborada por los estudios paleoclimáticos. La producción agrícola y el tipo de plantas descritas por los textos (alheña, palmera, tamarisco) reflejan

igualmente la irregularidad pluviométrica y las complejas condiciones ambientales propias de este territorio árido. Las características climáticas y medioambientales del Dar'a llevan a procesos nocivos como son el de evaporación de las aguas y, en consecuencia, al de salinización y desertificación, por lo que es un ecosistema que presenta retos ecológicos importantes para los seres humanos que habitan esta región.

El quinto capítulo estudia el bioclima semi-continental mediterráneo a través del enclave de Mequinez. Al contrario que el caso anterior, según se ha extraído de las fuentes medievales y del XVI, la dificultad de esta región era la excesiva humedad. En general, los autores lo describen como un territorio próspero, precisamente gracias a su pluviometría copiosa. Sin embargo, a partir del estudio de su río más importante, el Boufekrane, se han identificado posibles anomalías climáticas desde el siglo XIII hasta el XVI, que se presentaba según parecen apuntar los exiguos datos de los textos, tal vez, en forma de tormentas dañinas. Asimismo, en el marco de estas anomalías, se ha detectado un cambio hacia un clima más bien semiárido en el siglo XVI; esto se sabe por el tipo de flora que se describe en las fuentes tardías (el azufaifo y el membrillo), que es más tolerante a la sequía. Esto último, se ha corroborado igualmente en la disminución de los pastos y del ganado en el siglo XVI con respecto al siglo XII, donde las fuentes describían su abundancia. De modo que en este territorio se han experimentado ambos fenómenos extremos: tormentas y estiajes, lo que refleja el carácter cambiante del clima en este periodo (XIII-XVI).

El sexto capítulo pretende investigar sobre el bioclima “mediterráneo típico” mediante el análisis de varios de los enclaves de la península tingitana. Esta región es, desde el punto de vista climático, más favorable para la producción cerealística que los anteriores casos y, efectivamente, esta facilidad para cultivar los cereales se refleja en las fuentes medievales y del XVI. Sin embargo, la particular topografía de esta zona, que incluye las montañas del Rif, valles y vegas, marcan claramente los espacios agrícolas de los que no son aptos para ello. Pese a su prosperidad ambiental y bonanza en cuanto a recursos hídricos, se ha estudiado cómo los conflictos ocurridos, especialmente en la zona del Estrecho, han influido en la organización de los grupos humanos, que, sobre todo en el siglo XVI, se han replegado en las zonas de montaña. Por lo tanto, los problemas de esta región no han sido de tipo climático, sino bélico. Aparte de lo que se acaba de comentar, también es cierto que las actividades humanas vinculadas al comercio con al-Ándalus y, por ende, a la construcción naval ha llevado a la tala de árboles, lo que significó

el comienzo de un proceso de “matorralización” y deforestación, aunque con un ritmo más lento con respecto a los casos del Dar‘a y Mequinez. En este sentido, la pluviometría abundante favorecía la regeneración de la cubierta vegetal. Asimismo, la llegada de los portugueses en el siglo XVI, supuso un cambio en el estuario de la zona costera, viéndose toda la parte del litoral afectada por un desequilibrio del sistema playa-duna.

Finalmente, cabe señalar que en estos últimos tres capítulos se incluye, para cada una de las regiones analizadas, un mapa físico que contribuye a la contextualización orográfica de estos enclaves. Asimismo, en el apartado de anexos se incorpora otro mapa en el que se recogen aquellas zonas naturales y fértiles mencionadas a lo largo de la tesis como son: la llanura del Saïs y el Algarbe marroquí (Gharb). Con ello, se pretende facilitar no sólo la delimitación geográfica de estos entornos, sino una lectura más clara de esta tesis.

INTRODUCTION

Dans le contexte actuel, il ne fait aucun doute que les sciences de l'environnement et toutes les questions liées au changement climatique et à son impact sont devenues très importantes. L'intensification des phénomènes extrêmes tels que les tempêtes dévastatrices, les sécheresses prolongées, les hurricanes, les vagues de chaleur, les inondations, parmi tant d'autres, sont fortement liés aux altérations du climat ainsi qu'à l'intervention de l'homme dans les écosystèmes.

Le Maghreb al-Aqṣà, c'est-à-dire à peu près le Maroc actuel selon la terminologie de la géographie arabe classique, constitue un territoire d'une grande richesse historique et d'une diversité écologique exceptionnelle. Cette région est actuellement exposée à d'importants défis environnementaux, en raison d'un climat de plus en plus instable marqué par des phénomènes météorologiques violents, à savoir: manque de précipitations, pénurie d'eau et inondations, entre autres. Les oscillations climatiques entraînent, à long terme, des processus tels que la désertification et la déforestation. Ces changements ne transforment pas seulement le paysage naturel, mais ont également un impact significatif sur les modes de vie des populations, avec des conséquences à la fois économiques et sociales.

C'est à partir de ces circonstances que mon intérêt pour l'étude et l'analyse du climat et de ses conséquences est né dans une perspective diachronique et du point de vue de la philologie arabe. Ainsi, l'effort de ces années de recherche s'est concentré sur la compréhension du climat entre le IX^e et le XVI^e siècle au Maghreb al-Aqṣà et de son influence sur les sociétés de cette même région. Ces questions m'ont amené à me fixer deux objectifs principaux:

- Reconstruire le climat entre le IX^e et le XVI^e siècle, en détectant les variations qu'il a connues et les éventuelles anomalies climatiques qui se sont produites et qui, bien évidemment, ont eu un impact sur le paysage naturel et sur les modes de vie des populations.
- Examiner comment et dans quelle mesure les anomalies climatiques ont influencé les expériences humaines et les conditions environnementales du Maghreb al-Aqṣà.

Pour atteindre les objectifs mentionnés ci-dessus, il a été nécessaire d'en définir d'autres plus spécifiques. Tout d'abord, le phénomène de l'Anomalie Climatique

Médiévale sera étudié à partir des données fournies par les sources arabes et, plus précisément, les cycles pluviométriques seront reconstitués grâce à l'étude céréalière de quatre zones différentes du Maghreb al-Aqṣà. Nous espérons ainsi fournir une vision aussi complète que possible du climat historique de cette zone géographique, de la manière la plus zonée possible, en détectant les différences et les similitudes éventuelles entre les différents bioclimats qui composent le Maghreb al-Aqṣà.

Deuxièmement, l'étude de la production sèche contribuera non seulement à la compréhension des différents régimes pluviométriques, mais permettra également d'observer l'impact de l'Anomalie climatique médiévale sur les récoltes céréalières. Ce dernier point m'amènera à développer le deuxième objectif général énoncé ci-dessus, qui consiste à analyser comment ce phénomène climatique a influencé le mode de vie des êtres humains.

En relation avec ce qui vient d'être dit, je me suis proposé d'étudier l'impact des anomalies climatiques sur la population. Il sera donc essentiel de recueillir des données relatives aux épisodes de famine, aux épidémies et à la hausse des prix afin d'établir un lien tangible entre le climat et ses conséquences au niveau social. De même, toutes les adaptations mises en place par la population en réponse à des conditions climatiques spécifiques seront prises en compte, ce qui permettra non seulement de comprendre quelles étaient ces conditions (sécheresses, tempêtes, inondations, etc.), mais aussi d'observer comment les groupes humains s'y sont adaptés. Pour ce faire, il sera essentiel d'examiner les mouvements de population, les différents types de silos et de greniers, ainsi que d'autres types d'acclimations tels que les terrasses, et de coutumes telles que l'alimentation.

Après avoir étudié toutes les conséquences qui ont affecté le mode de vie de la population, il sera inévitable de constater comment toutes les adaptations réalisées par les êtres humains ont contribué à la transformation environnementale du Maghreb al-Aqṣà. C'est pourquoi un autre objectif spécifique sera d'analyser comment les actions humaines ont influencé les changements du paysage naturel de ce territoire. Trois études de cas concrètes ont permis de tenter de détecter les altérations des différents écosystèmes provoquées par les activités humaines (pâturage, extension des terres cultivables, abattage d'arbres, etc.). Il sera ainsi possible de déterminer si des processus de perte de biodiversité, de déforestation et de désertification ont été observés.

La tâche d'atteindre les objectifs mentionnés ci-dessus n'a pas été facile. Les études sur la climatologie et l'environnement dans une perspective historique sont encore peu développées pour la région qui m'intéresse: le Maghreb al-Aqsà. En revanche, d'autres régions de la Méditerranée, en particulier la partie européenne (par exemple la péninsule ibérique), disposent d'études abondantes sur la paléoclimatologie et le paysage naturel. Bien que des études aient été réalisées sur le climat historique de cette région, comme nous le verrons dans la section correspondante, cette recherche vise à offrir l'une des premières approximations, à ma connaissance, du climat passé de cette région et de ses implications d'une manière systématisée. Ce faisant, j'aimerais également offrir un point de départ pour de futures recherches plus spécialisées et plus détaillées sur cette région.

MÉTHODOLOGIE ET CORPUS DE TEXTES

La méthodologie utilisée pour l'élaboration de cette thèse est celle des études philologiques, pour lesquelles je me suis concentré sur l'analyse critique des textes arabes de la période médiévale et de ceux du XVI^e siècle⁷. Par conséquent, le travail s'est basé sur la collation et l'examen comparatif de sources datant des IX^e et X^e siècles jusqu'au XIV^e siècle en ce qui concerne les sources arabes, ainsi que sur l'étude des œuvres de Léon l'Africain et de Mármol Carvajal correspondant au XVI^e siècle.

Pour la lecture du corpus textuel en arabe, j'ai opté pour une analyse directe dans cette langue (l'arabe), afin de rendre compte le plus fidèlement et le plus précisément possible des différentes nuances linguistiques et conceptuelles de chaque œuvre, conformément aux objectifs fixés dans cette thèse. Bien que je sois pleinement consciente de la valeur inestimable des traductions existantes, ce choix méthodologique répond à mon désir d'aborder ces textes en préservant leur rigueur terminologique et l'«intégrité» du contenu transmis. Néanmoins, pour des consultations ponctuelles de certains textes, les traductions ont été utilisées, comme dans le cas de l'ouvrage d'Ibn Ḥaldūn, *Al-Muqaddima*, où la version de Cheddadi *Le livre des exemples* a été mise à contribution.

⁷ Toutes les sources et bibliographies compilées et citées tout au long de la thèse seront mentionnées dans une note de pied de page sous forme abrégée et la version complète sera répertoriée dans la section «bibliographie» à la fin de la thèse.

Sources primaires

Les sources utilisées appartiennent à différents genres textuels, ceux de nature géographique étant les plus fréquents. Plus précisément, nombre de ces ouvrages sur la géographie de la *dār al-islām* appartiennent au courant du *al-masālik wa-l-mamālik* («[Livre] des routes et des royaumes»), dont l'objectif initial était de répondre aux nouveaux besoins politiques et territoriaux des fonctionnaires, des vizirs et des califes⁸. Ce genre bien connu a fait l'objet de nombreuses études en raison de la multiplicité de ses auteurs et du caractère fondamental des données qu'ils nous ont fournies⁹. L'originalité de ces textes réside dans la minutie avec laquelle les auteurs¹⁰ ont cartographié et décrit les provinces islamiques, fournissant non seulement des informations sur la subdivision administrative des *aqālim*, mais aussi des aspects de la géographie physique et du paysage indispensables à cette étude, tels que les rivières, les montagnes, les cultures, les noms de lieux, les routes, la population et d'autres données pertinentes, parmi lesquelles certaines informations relatives au climat. La compilation de tous ces ouvrages a été particulièrement importante pour cette recherche, car la plupart des données dont j'ai eu besoin pour développer mon analyse en ont été extraites.

Il existe également des sources géographiques qui suivent la méthode de la géographie ptolémaïque (développée autour du II^e siècle après J.-C.), c'est-à-dire la géographie synoptique. Bien que moins bien accueillie dans la culture arabo-musulmane, cette méthode s'est avérée tout aussi importante pour fournir une représentation du monde dans son ensemble et pas seulement limitée aux régions musulmanes. Dans ce courant, qui est plutôt une géographie mathématique et systématisée par des coordonnées lorsqu'il s'agit d'organiser les différentes régions du monde, est l'ouvrage *Kitāb basaṭ al-arḍ fī l-ṭūl wa-l-ʿarḍ* («Livre de l'image de la Terre en longitude et en latitude»), également connu sous le nom de *Kitāb al-Ġuġrāfiya* («Livre de géographie») d'Ibn Saʿīd al-Maġrībī (d. ca

⁸ Sur ce genre, voir: Franco-Sánchez, "Al-Masālik wa-l-mamālik: precisiones acerca del título de estas obras de la literatura geográfica"; Franco-Sánchez, "El occidente musulmán en los mapas del Mediterráneo de la «escuela de al-Balji»", pp. 43-47 et Miquel, *La géographie humaine du monde musulman*, p. xxxiii.

⁹ La bibliographie sur ce genre encadré dans la géographie arabe est abondante et ce n'est pas le lieu d'en dresser une liste exhaustive. Toutefois, pour plus d'informations sur ce sujet, en plus des études de référence d'A. Miquel et des travaux de F. Franco-Sánchez, on peut consulter: Carmona González, "La estructura del título en los libros árabes medievales"; Kramers, "La question Balḥī-Iṣṭahrī-Ibn Ḥawḳal et l'Atlas de l'Islam"; Blachère et Darmaun, *Extraits des principaux géographes arabes du Moyen Âge*, parmi beaucoup d'autres.

¹⁰ Dans chaque chapitre, la première fois que les noms des auteurs des « sources primaires » et des « sources secondaires » apparaissent, la date du décès est indiquée entre parenthèses afin d'orienter et de guider le lecteur dans la chronologie des données présentées.

673-685/1275-1286). L'auteur Abū l-Fidā' (d. 732/1331) ne manquera pas de reprendre les données d'Ibn Sa'īd, qu'il transmet à travers son *Taqwīm al-buldān* («La disposition [longitude et latitude précises] des pays») et qui a également été citée tout au long de cette thèse.

Des sources encyclopédiques telles que le *Mu'ğam al-Buldān* («Dictionnaire des pays») de Yāqūt (d. 626/1229) et le *Kitāb al-Rawḍ al-Mi'tār* («Livre du jardin parfumé») d'al-Ḥimyarī (d. 900/1495) ont également été utilisées. Tous les deux sont considérés comme des ouvrages géographiques, bien qu'ils soient présentés sous une forme différente de celle d'*al-masālik wa-l-mamālik*, ces recueils étant classés par ordre alphabétique comme des dictionnaires toponymiques. C'est précisément en raison de leur caractère de compilation que l'on peut souvent observer des traces d'écrits antérieurs, notamment ceux d'al-Bakrī (d. 487/1094), d'al-Idrīsī (d. 570/1175) et d'Ibn 'Abd Rabbihi al-Ḥafīd (d. 602/1205). Enfin, il convient de mentionner la *Rihla* d'Ibn Baṭṭūṭa (d. 769/1368), où l'auteur transmet également de précieuses informations à travers ses expériences et dont il a été tenu compte.

Ce corpus de documents représente la base principale pour l'analyse des thèmes abordés dans cette thèse, bien qu'il y ait eu beaucoup d'obstacles pour trouver des données directes sur le climat. Les informations dont j'ai eu besoin pour construire et renforcer mes arguments sont, pour ces auteurs, presque toujours secondaires ou même inexistantes, bien qu'il soit vrai qu'à travers une lecture méticuleuse et détaillée de ces textes, j'ai réussi à compiler une quantité suffisante de données qui sont à la base de mes argumentations. En ce sens, la construction de l'objet d'étude a été complexe, car les auteurs médiévaux transmettent peu d'informations sur les sujets qui m'intéressent. Ainsi, pour articuler mon discours, il a fallu changer de perspective d'analyse et trouver d'autres types d'informations, liées à d'autres branches du savoir, qui ont contribué à la reconstruction du climat dans cet espace géographique. Ainsi, tout ce qui a rapport à l'orographie, à l'agriculture, au débit des fleuves, à la flore, à la pluviométrie, à la hausse et à la baisse des prix ou simplement à la commercialisation ou non de certains produits, à l'alimentation et même aux déplacements des groupes humains ont été d'une grande valeur, car ils ont contribué, de manière complémentaire mais indispensable, à former la base documentaire qui m'a permis de reconstituer le climat du Maghreb al-Aqṣà dans la période indiquée.

Je tiens également à souligner que je me suis surtout concentrée sur les sources qui font référence au Maghreb et qui, comme on le verra tout au long de la thèse, sont nombreuses. A tout cela, il faut ajouter une difficulté spécifique, à savoir la complexité qui affecte une grande partie de la terminologie que j'ai dû utiliser. Les auteurs de cet ensemble de documents ayant des origines différentes (orientales et occidentales), un autre défi a été d'identifier la diversité lexicale, en contextualisant leur vocabulaire en fonction de l'origine de chaque œuvre. La synonymie dans les textes médiévaux est un phénomène assez courant, surtout en ce qui concerne la description du monde rural, qu'il s'agisse de terres sèches ou irriguées. De même, tous ces auteurs n'ont pas voyagé au Maghreb al-Aqṣà, c'est pourquoi il a été tenu compte dans l'analyse des données du fait que les ouvrages soient de simples compilations ou qu'ils décrivent les expériences des auteurs eux-mêmes, car non seulement les informations transmises sont susceptibles de varier, d'être plus ou moins étendues, mais aussi la chronologie de ces rapports est parfois plus ancienne. C'est pourquoi, dans l'analyse de ce large éventail d'informations, une attention particulière a été accordée tant aux aspects linguistiques qu'à la dimension diachronique, si essentielle pour cette recherche.

A la lumière de ce qui vient d'être exposé, et en vertu de l'approche diachronique de la thèse, l'utilisation des chroniques a été particulièrement importante en ce qui concerne la périodisation des anomalies climatiques identifiées dans ces textes. En ce sens, si les textes les plus pertinents historiquement ont été pris en compte, comme *al-Kāmil fī l-Tārīḥ* («L'Histoire complète») d'Ibn al-Aṭīr (d. 630/1233), ou *Futūḥ Miṣr wa-l-Maġrib* («Conquêtes de l'Égypte et du Maghreb») d'Ibn 'Abd al-Ḥakam (d. 257/871), d'autres ouvrages ont été fondamentaux, non seulement par le type d'informations fournies, mais aussi par l'extraordinaire précision avec laquelle les auteurs nous ont livré les données. C'est le cas du *Kitāb al-ānīs al-muṭrib bi-rawḍ al-qirṭās fī āḥbār mulūk al-maġrib wa tārīḥ madīnat Fās* («Le livre compagnon qui divertit dans le jardin des pages de la chronique des rois du Maghreb et de l'histoire de la ville de Fès») d'Ibn Abī Zar' (d. 726/1326) et le *Kitāb al-Bayān al-Muġrib fī iḥtiṣār aḥbār mulūk al-Andalus wa-l-Maġrib* («Livre de l'incroyable histoire des rois d'al-Andalus et du Maghreb») d'Ibn 'Idārī (d. ca 712/1312).

Les chroniques, bien que principalement centrées sur la narration d'événements historiques liés à certains changements politiques ou dynastiques, ont été essentielles pour établir la chronologie des anomalies climatiques. Bien que les données climatiques ne

soient pas abondantes, les quelques-unes qui ont été retrouvées mentionnent des périodes spécifiques de sécheresse ou de tempête, ainsi que d'autres phénomènes météorologiques qui ont été d'une grande utilité pour reconstruire le climat médiéval du Maghreb al-Aqṣà. Leur intérêt est double: d'une part, les chroniqueurs, lorsqu'ils traitent de ces phénomènes climatiques exceptionnels, donnent des dates précises et, d'autre part, ce sont les seuls textes du Moyen Âge, parmi ceux qui ont été collationnés, qui fournissent des données directes sur le climat *stricto sensu*.

Afin de mieux visualiser les changements climatiques et paysagers de cette zone en diachronie, il a également été jugé nécessaire de faire un saut chronologique et donc d'utiliser des textes tardifs, plus précisément du XVI^e siècle. Deux ouvrages ont été utilisés - ils seront mentionnés ci-dessous - même s'il est vrai qu'il y en a d'autres, surtout portugais, qui auraient pu être incorporés, ce qui sera sans doute fait à l'avenir. Il s'agit de *l'Esmeraldo de Situ Orbis* («Émeraude sur la position du monde») de Duarte Pacheco Pereira (d. 1533), de la *Crónica do Felicíssimo Rei D. Manuel* («Chronique du très heureux roi Don Manuel») de Damião de Góis (d. 1574), et de la *Crónica do Conde D. Pedro de Menezes* («Chronique du comte Don Pedro de Menezes») de Gomes Eanes de Zurara (d. 1474).

Cependant, ceux qui ont fait l'objet d'une analyse dans le cadre de cette thèse sont les suivants. La première, *La Cosmographia dell'Affrica* de Léon l'Africain (d. 961/1554) dans l'édition d'Andrea Donnini «Africa. Edizione del codice «V.E. 953» della Biblioteca Nazionale Centrale Vittorio Emanuele II di Roma», qui est d'ailleurs l'étude la plus récente de l'œuvre de cet auteur, puisqu'elle a été publiée en 2023, et qui a donc été privilégiée pour cette recherche. Toutefois, d'autres ouvrages ont été utilisés jusqu'à présent et doivent être mentionnés, bien qu'ils n'aient pas été cités dans cette thèse pour la raison que nous venons d'expliquer: la «Cosmographia de l'Affrica (Ms. V.E. 953 - Biblioteca nazionale centrale di Roma - 1526) / Giovanni Leone Africano» éditée par Gabriele Amadori en 2014 et la «Descripción general del África y de las cosas peregrinas que allí hay» de Serafín Fanjul de 2004, bien qu'elle dispose d'une traduction antérieure de 1995¹¹.

La seconde est l'œuvre de Luis de Mármol Carvajal (d. 1008/1600) imprimée en

¹¹ Les études suivantes sur cet auteur peuvent être consultées: Zemon Davis, *León el Africano. Un viajero entre dos mundos*; Pouillon, "León el Africano, hombre de muchos rostros"; Pouillon, *León l'Africain*; Sanz Sánchez, "León el Africano" et Melon, "Juan León Africano y su "Descripción de Africa"".

plusieurs volumes, dont les suivants m'intéressent: «Libro tercero y Segundo volumen de la Primera parte de La descripcion general de Affrica» et «Segunda parte y libro septimo de la descripcion general de Africa» dans l'imprimerie Casa de Rene Rabut en 1573 et 1599 respectivement¹².

Ces deux textes ont joué un rôle essentiel pour retracer les changements climatiques et paysagers entre l'époque médiévale et l'époque moderne. Léon l'Africain et Mármol Carvajal ont tous deux voyagé au Maghreb al-Aqṣà, de sorte que leurs témoignages fournissent des informations directes sur ce territoire, bien que biaisées par les expériences de chacun de ces auteurs. A partir de ces travaux, il a été possible de compiler un grand nombre de données, dont certaines concernent même le climat, notamment en ce qui regarde les températures, les précipitations et d'autres détails de l'expérience personnelle. Bien que ce type d'informations ne soit pas très abondant, les quelques données extraites se sont avérées très utiles pour la comparaison avec les chroniques. Elles fournissent également de nombreuses informations sur l'agriculture, les produits destinés au commerce, l'alimentation et certains aliments typiques, la topographie, l'hydrologie et le débit des cours d'eau de cette région, les déplacements des personnes et tout ce qui concerne les événements historiques du XVI^e siècle. Toutes ces données ont permis non seulement de reconstituer le climat de ce siècle, mais aussi d'observer, comme nous l'avons déjà dit, les changements que l'environnement naturel a subis en raison de conditions climatiques différentes de celles décrites dans les sources médiévales.

Sources secondaires

Les sources présentées jusqu'à ce point ont constitué le corpus textuel principal de la thèse. Mais compte tenu de la nature du sujet développé, d'autres textes secondaires du Moyen-Âge ont été incorporés, indispensables pour compléter les informations parfois rares des ouvrages cités ci-dessus. Ainsi, j'ai utilisé: le *Kitāb al-Filāḥa* («Livre de l'agriculture») d'Ibn al-Awwām (d. XII^e siècle), dont les contributions sur les produits agricoles et la manière de les cultiver ont permis de comprendre la configuration du

¹² Pour plus d'informations sur cet auteur, voir: Sánchez Ramos, "El mejor cronista de la guerra de los moriscos: Luis del Mármol Carvajal"; Castillo Fernández, *La historiografía española del siglo XVI: Luis del Mármol Carvajal y su historia del rebelión y castigo de los moriscos del reino de Granada. Análisis histórico y estudio crítico*; Castillo Fernández, "El conocimiento del mundo musulmán en la España del XVI: Luis del Mármol Carvajal"; Rodríguez Mediano, "Luis del Mármol lector de Léon Une appréhension espagnole de l'Afrique" et Rodríguez Mediano, "Luis de Mármol y el humanismo. Comentarios sobre una fuente de la Historia del rebelión y castigo de los moriscos del Reyno de Granada".

paysage naturel du Maghreb al-Aqṣà travers ses cultures et ses plantations. L'ouvrage botanique encyclopédique *ʿUmdat al-Ṭabīb fī maʿrifat al-nabāt* («Guide du médecin pour la connaissance des plantes») d'Abū l-Ḥayr al-Īsbīlī du XI^e siècle a été utilisé pour l'étude des plantes, notamment celles autochtones de ce territoire, dont la nomenclature est parfois en langue amazighe.

Une partie importante de la thèse a été consacrée à l'analyse et à l'étude de la gestion des cultures. Malgré l'intégration d'une bibliographie spécialisée sur le sujet, comme nous le verrons dans la section suivante, ces ouvrages correspondant à la période médiévale offrent des informations précieuses sur les cultures, leur entretien et leurs caractéristiques spécifiques, qui ne sont pas seulement liées au climat, mais qui permettent aussi de se faire une idée assez précise de la façon dont se présentait le paysage naturel du Maghreb al-Aqṣà. En outre, ces sources ont été indispensables pour traiter les questions terminologiques relatives à ces produits. À cet égard, il convient de rappeler que les termes désignant les cultures dans les sources géographiques ne sont pas systématisés, ce qui peut être dû, entre autres facteurs, au fait que les auteurs transmettaient les informations de ceux qui les avaient précédés, de sorte que la nomenclature peut également être une copie d'ouvrages antérieurs et que, par conséquent, la signification de ces termes agricoles n'est pas toujours cohérente.

Le *Kitāb al-Ṭabīḥ wa Iṣlāḥ al-aḡḍīya al-māʾ kūlāt wa ṭayyibāt al-aṭʿima al-maṣnūʿāt* («Livre de cuisine, préparation des aliments, délices gastronomiques tirés de livres médicaux, termes culinaires et coutumes gastronomiques») écrit par Ibn Sayyār al-Warrāq au Xe siècle, qui est également le plus ancien livre de recettes connu, et le *Kitāb al-Ṭabīḥ* («Livre de cuisine») anonyme hispano-maghrébin de la période almohade ont été utilisés. Les recettes et les ingrédients décrits dans ces textes ont été particulièrement précieux pour l'étude du régime alimentaire des populations du Maghreb al-Aqṣà. De même, l'ouvrage hagiographique *Al-Taṣawwuf ilā riḡāl al-taṣawwuf* («Contemplation des hommes du soufisme») d'al-Tādīlī b. al-Ziyyāt écrit au XIII^e siècle a été utilisé dans le même but. La figure des saints soufis a été choisie comme moyen de comprendre et d'étudier non seulement l'alimentation du Maghreb al-Aqṣà, mais plus précisément l'alimentation de la grande majorité de la population, c'est-à-dire de la partie de la société qui ne faisait pas partie de l'élite. En ce sens, le mode de vie de ces saints, caractérisé par la sobriété et l'austérité, reflète au mieux le vécu des individus, notamment en période de famine.

Bibliographie intégrée

Le sujet de cette thèse est clairement interdisciplinaire et il ne m'aurait pas été possible d'atteindre les objectifs énoncés ci-dessus sans l'appui bibliographique d'études provenant d'autres disciplines spécialisées. Pour cette raison, un large éventail de sujets a été intégré dans la recherche que je présente, comme décrit ci-dessous:

- Paléoclimatologie: les reconstructions paléoclimatiques ont été essentielles pour retracer les tendances climatiques pendant l'Anomalie Climatique Médiévale grâce à l'étude des proxys. Il s'agit d'indicateurs indirects du climat séculaire qui ont été conservés dans des «archives naturelles», telles que les archives polliniques, les cernes des arbres, les sédiments lacustres, les coraux, etc. Grâce à tous ces biomarqueurs, la discipline est en mesure de reconstituer les températures et les précipitations du passé. La première étape a donc été d'analyser et de connaître le débat qui a eu lieu sur cette question, afin d'évaluer par la suite son application dans le cadre chronologique et géographique de cette thèse. Sans aucun doute, il a été essentiel de partir de l'état initial du débat sur la Période Chaude Médiévale, en s'appuyant sur des études telles que: «The early medieval warm epoch and its sequel» de H. Lamb, «Was there a “medieval warm period”, and if so, where and when?» de M. K. Hughes et H. F. Diaz et «The Medieval Warm Period, the Little Ice Age and simulated climatic variability» de B. G. Hunt. Ces travaux ont permis de comprendre quel était l'état de l'art avant 1998 et d'observer son évolution dans les recherches postérieures. En ce sens, depuis cette date, l'axe d'analyse et les résultats obtenus par les paléoclimatologues ont sensiblement changé. De nouvelles études abordent ce phénomène de manière plus nuancée, notamment: «The role of forcing and internal dynamics in explaining the “Medieval Climate Anomaly”» par Goosse H. *et alii*; «Support for global climate reorganization during the “Medieval Climate Anomaly”» par Graham *et alii*; «Hydroclimate in Africa during the Medieval Climate Anomaly» par S. Lüning *et alii* et «Climate over past millennia» par P. D. Jones et M. E. Mann. Ces études plus récentes sont particulièrement intéressantes pour comprendre non seulement les différentes tendances climatiques, mais aussi leur application au Maghreb.

- Botanique: des études appartenant à plusieurs de ses sous-disciplines ont été utilisées, telles que : l'archéobotanique, la dendrologie, la dendrochronologie, l'ethnobotanique, la taxonomie végétale, la phytoécologie, l'éco-anatomie végétale, la paléobotanique, la phytogéographie et la palynologie. Tous ces éléments ont été extrêmement importants pour l'identification taxonomique des espèces végétales, leur distribution, leur évolution et leur adaptation dans la région du Maghreb al-Aqṣà, ainsi que pour la connaissance des plantes qui occupaient ce territoire à l'époque médiévale grâce aux fossiles végétaux carbonisés. De même, la «physiologie végétale» m'a apporté des informations précieuses pour l'étude du cycle de vie des plantes, notamment des graminées et de leurs besoins en eau et en sol, ce qui a été fructueux pour comprendre le fonctionnement des cycles pluviométriques. Toutes les informations fournies par ces disciplines fournissent indirectement des données implicites étroitement liées au climat, de sorte qu'elles ont été utilisées non seulement pour étudier l'agriculture et la flore du Maghreb al-Aqṣà, mais aussi pour compléter les reconstitutions paléoclimatiques et les données de base. Parmi les études fondamentales auxquelles je voudrais me référer, citons: «Archaeobotanical research at the medieval fortified site of Îgîlîz (Anti-Atlas, Morocco) with particular reference to the exploitation of the argan tree» par M-P. Ruas *et alii*; «La géographie des plantes dans l'Occident Musulman (XIe-XVIe siècle)» par A. Benamar; «Le dry-farming et ses applications dans l'Afrique du Nord» par A. Bernard; «Programme de recherches pratiques en agronomie pour dryland farming dans la zone pluviométrique de 200-400mm du Maroc» par H. H. Campbell *et alii*; «Soils, their formation, properties, composition, and relations to climate and plant growth in the humid and arid regions» par E. W. Hilgard; «Catchment disturbance inferred from paleolimnological studies of three contrasted sub-humid environments in Morocco» par R. J. Flower *et alii*; «Ethnobotanical, geographical, phytochemical and dyeing study of the main tinctorial plants in Morocco» par O. Chajii *et alii* et «Fruits et légumes consommés au Maroc antique et médiéval: témoignages archéobotaniques» par M-P. Ruas, parmi d'autres.
- Archéologie: les contributions archéologiques ont été fondamentales pour obtenir une perception plus tangible de la relation que les humains ont établie avec leur environnement naturel. Les documents archéologiques sont

essentiels pour comprendre comment les individus ont façonné le paysage naturel et comment les sociétés elles-mêmes se sont adaptées aux circonstances climatiques de cette période (IX- XVI). En ce sens, la description des vestiges de greniers, de terrasses et d'établissements urbains de cette période a été particulièrement intéressante pour identifier les méthodes de subsistance et les processus de déforestation et de désertification, étroitement liés aux changements climatiques; le cas de Dar'a présenté au chapitre 4 est éclairant. Les recherches suivantes ont été déterminantes sur cette question: «La culture en terrasses dans l'Afrique du Nord » par J. Despois; «Les greniers collectifs en Afrique du Nord: Apparition, dynamique et formes de valorisation» par H. Ramou; «L'apport de l'archéologie à l'histoire de l'Afrique occidentale entre le Ve et le XIIe siècle» par J. Devisse; «A History of Human Impact on Moroccan Mountain Landscapes» par R. Cheddadi *et alii* et «Shaping the Landscape, Preserving the Knowledge: How Terraces in the High Atlas Mountains of Morocco Retain Traditional Ecological Knowledge» par B. Montanari.

- Géologie: cette discipline regroupe différentes branches scientifiques qui ont été d'une grande utilité pour cette thèse: la pédologie, la géomorphologie, l'hydrologie et la sismologie, cette dernière spécifiquement pour le chapitre 6. Toutes ces disciplines étudient le sol de différents points de vue et ont été essentielles pour l'analyse du terrain en termes de besoins nutritionnels et hydriques et de ses mouvements, ainsi que pour la compréhension du comportement de l'eau, en particulier pour l'écosystème montagnard. Il est à noter que la matière couverte par ces disciplines a contribué à la connaissance des besoins de la flore du Maghreb al-Aqṣà et, par conséquent, à l'influence des anomalies climatiques sur la croissance des plantes et des cultures. Les références de base pour aborder l'étude des sols au Maghreb occidental sont les suivantes: «Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física» par E. J. Tarbuck et F. K. Lutgens; «Geodynamic evolution of the central and western Mediterranean: Tectonics vs. igneous petrology constraints» par E. Carminati; «La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau» par C. Cheverry et M. Robert; «Ecosystem services in mountain environments. Benefits and threats» par P. Pereira *et alii* et «Hydrology, river regimes, and sediment yield» par J. Thornes *et alii*.

- Géographie: la géographie physique et la géographie humaine ont été des disciplines de base pour la recherche sur la végétation, les changements environnementaux et l'impact de l'homme sur l'environnement et l'utilisation des terres. Parmi les ouvrages consultés, citons: «L'Arenig-Llanvirn du Haut Atlas occidental et central (Maroc). Environnements sédimentaires, paléogéographie et contrôle de la sédimentation» par C. Choukri et H. Naïma; «The Environment of North Africa» par P. Leveau; «L'homme et les montagnes atlasiques au Maghreb» par G. Maurer et «Géographie du golfe ibéro-marocain» par J. R. Vanney et L. Ménanteau.

CONTENU DE LA THÈSE

Après la collecte des sources décrites ci-dessus et la compilation d'une bibliographie couvrant des disciplines aussi diverses, il a été possible d'organiser le contenu de la thèse que je présente. Ce travail de recherche a été divisé en deux grands blocs: le premier, de nature théorique, comprenant les chapitres 1, 2 et 3, et le second, correspondant à des études de cas, comprenant les chapitres 4, 5 et 6.

Le premier chapitre constitue le cadre théorique de cette thèse et se concentre sur l'explication du phénomène de l'Anomalie Climatique Médiévale, anciennement appelé Période Chaude Médiévale par H. Lamb. Grâce à une approche interdisciplinaire combinant des études de paléoclimatologie, d'histoire environnementale et l'analyse de sources arabo-islamiques du Moyen Âge et de la fin du XVI^e siècle, les variations climatiques entre le IX^e et le XVI^e siècle sur le territoire du Maghreb al-Aqṣà ont été reconstituées et examinées. Plus précisément, les modèles paléoclimatiques de l'Oscillation Nord-Atlantique (ONA), qui a été le principal modulateur de l'hydroclimat en Afrique du Nord et des températures en Europe, ont été passés en revue. L'étude de leurs reconstructions, en relation avec les textes médiévaux et du XVI^e siècle, a mis en évidence la nature asynchrone dans l'espace et dans le temps de ce phénomène climatique, non seulement au niveau hémisphérique, mais aussi au niveau régional.

Le deuxième chapitre établit un lien entre l'Anomalie Climatique Médiévale et la répartition des cultures pluviales, c'est-à-dire des céréales. L'axe principal du chapitre est la reconstitution des cycles pluviométriques à travers l'analyse de la production céréalière, ce qui a permis de distinguer quatre zones du Maghreb al-Aqṣà dans lesquelles le régime pluviométrique n'a pas toujours été uniforme au cours de la période étudiée.

Ainsi, des anomalies climatiques ont été identifiées, notamment celles liées à la pluviométrie, qui se sont manifestées spatialement et temporellement de manière hétérogène, à l'exception du XIII^e siècle où les sécheresses ont touché l'ensemble du territoire de manière généralisée. Une autre partie essentielle de ce chapitre concerne l'arboriculture au Maghreb al-Aqṣà qui, d'une part, représente la grande diversité des bioclimats de la région, avec des arbres méditerranéens (oliviers et vignes) et d'autres plus typiques des écosystèmes arides et semi-arides (arganiers et palmiers). D'autre part, elle montre la capacité d'adaptation de ces arbres à un territoire affecté par des précipitations très irrégulières, ce qui explique que de nombreuses plantations, telles que l'arganier et le palmier, soient d'une grande valeur écologique. Enfin, le sujet du pastoralisme a été abordé, car cette activité est très importante au Maghreb al-Aqṣà et, en même temps, à l'origine de processus tels que la déforestation, surtout dans les bioclimats arides et semi-arides.

Le troisième chapitre analyse l'Anomalie Climatique Médiévale en relation avec le facteur humain et à partir de multiples points de vue. Tout d'abord, il s'agit de souligner comment les données climatiques peuvent contribuer à l'explication d'événements historiques notoires et, ainsi, offrir une nouvelle perspective d'étude; à cette fin, deux cas paradigmatiques ont été analysés: l'ascension des Almoravides et l'invasion des Banū Hilāl. Outre ce dernier cas, une étude lexicographique de la description du paysage agraire dans les textes médiévaux a été présentée afin de donner une lecture plus adéquate du monde rural dans ces sources et, en même temps, de fournir un appareil linguistique qui sera utile dans les chapitres suivants, où des études de cas spécifiques sont présentées. Le noyau essentiel de ce chapitre est l'analyse de l'écosystème montagnard, non seulement le plus étendu du territoire, mais aussi le plus exploité par l'homme. À cet égard, on a mis en lumière son importance en termes d'approvisionnement et de régulation du débit et de la qualité de l'eau qui remplit les rivières. Il a également été démontré que le paysage de montagne est fondamental en raison de sa grande quantité de végétation et de forêts, dont la dégradation entraîne un déséquilibre de l'ensemble de l'écosystème et du climat local lui-même. À cet effet, l'exemple proposé pour le site d'Alcazarquivir est intéressant. En outre, les stratégies mises en œuvre par les groupes humains pour faire face aux variations climatiques et tirer parti de la topographie du paysage naturel, y compris l'utilisation de terrasses et de greniers, ont été mises en évidence. De même, des épisodes de famine et d'épidémies ont été enregistrés, extraits de chroniques et de sources tardives, dont le lien

avec des périodes de sécheresse prolongée ou de tempêtes dévastatrices est évident, car ils ont entraîné des déplacements humains et d'autres types d'adaptation, tels que des changements de régime alimentaire.

Le quatrième chapitre analyse le bioclimat semi-aride-aride en étudiant la vallée du Dar'a. Les sources mentionnées ci-dessus fournissent des données sur le débit de la rivière du même nom, ce qui a permis de reconstruire, dans une certaine mesure, les cycles pluviométriques de ce territoire. En ce sens, une nette tendance à l'aridification de la vallée a été détectée; si, entre le Xe et le XIIe siècle, le débit du fleuve semblait relativement abondant et pouvait se jeter dans l'océan Atlantique, du XIIIe au XVIe siècle, le fleuve est devenu une masse d'eau endoréique, ce qui indique une nette diminution des précipitations, corroborée par les études paléoclimatiques. La production agricole et le type de plantes décrites dans les textes (henné, palmier, tamaris) reflètent également l'irrégularité des précipitations et les conditions environnementales complexes typiques de ce territoire aride. Les caractéristiques climatiques et environnementales du Dar'a entraînent des processus néfastes tels que l'évaporation de l'eau et, par conséquent, la salinisation et la désertification, ce qui en fait un écosystème qui présente des défis écologiques majeurs pour les êtres humains qui habitent cette région.

Le cinquième chapitre étudie le bioclimat méditerranéen semi-continental à travers le site de Meknès. Contrairement au cas précédent, selon les sources médiévales et du XVIe siècle, la difficulté de cette région était son humidité excessive. En général, les auteurs la décrivent comme un territoire prospère, précisément en raison de l'abondance des précipitations. Cependant, l'étude de son fleuve le plus important, la Boufekrane, a permis d'identifier de possibles anomalies climatiques du XIIIe au XVIe siècle, qui, selon les maigres données des textes, ont pu prendre la forme de tempêtes dommageables. Par ailleurs, dans le cadre de ces anomalies, une évolution vers un climat plutôt semi-aride a été détectée au XVIe siècle, ce qui est connu par le type de flore décrit dans les sources tardives (jujubier et cognassier), plus tolérant à la sécheresse. Ce dernier point est également corroboré par la diminution des pâturages et du bétail au XVIe siècle par rapport au XIIe siècle, où les sources décrivent leur abondance. Ainsi, ce territoire a connu les deux phénomènes extrêmes: les tempêtes et les sécheresses, ce qui reflète la nature changeante du climat à cette époque (XIIIe-XVIe siècles).

Le sixième chapitre vise à étudier le bioclimat «typiquement méditerranéen» en analysant plusieurs sites de la péninsule tingitane. Cette région est, du point de vue

climatique, plus favorable à la production céréalière que les cas précédents et, en effet, cette facilité à cultiver des céréales est reflétée dans les sources médiévales et du XVI^e siècle. Cependant, la topographie particulière de cette région, qui comprend les montagnes du Rif, des vallées et des plaines fertiles, distingue clairement les zones agricoles de celles qui ne s'y prêtent pas. Malgré la prospérité environnementale et la richesse des ressources en eau, on a étudié comment les conflits qui se sont produits, en particulier dans la zone du détroit, ont influencé l'organisation des groupes humains qui, surtout au XVI^e siècle, se sont retirés dans les zones montagneuses. Par conséquent, les problèmes de cette région n'étaient pas d'ordre climatique, mais liés à la guerre. En outre, il est vrai que les activités humaines liées au commerce avec Al-Andalus et, par conséquent, la construction navale, ont entraîné l'abattage d'arbres, ce qui a signifié le début d'un processus de «broussaillisation» et de déforestation, bien qu'à un rythme plus lent que dans le Dar'a et le Meknès. En ce sens, les pluies abondantes ont favorisé la régénération de la couverture végétale. De même, l'arrivée des Portugais au XVI^e siècle a entraîné une modification de l'estuaire de la zone côtière, l'ensemble du littoral étant affecté par un déséquilibre du système plage-dune.

Enfin, il faut noter que les trois derniers chapitres comprennent, pour chacune des régions analysées, une carte physique qui contribue à la contextualisation orographique de ces zones. La section des annexes comprend également une autre carte montrant les zones naturelles et fertiles mentionnées tout au long de la thèse, telles que la plaine du Saïs et le Gharb. Ceci a pour but de faciliter non seulement la délimitation géographique de ces milieux, mais aussi une lecture plus claire de cette thèse.

CAPÍTULO 1: El “Periodo Cálido Medieval”: un enfoque para el Mágreb al-Aqṣà

En el panorama del tiempo climático, el Periodo Cálido Medieval se erige como una época fascinante que teje su historia a lo largo de los siglos. Este capítulo nos lleva hasta una era donde la tierra se veía bañada por un “supuesto” calor excepcional, que dejó huella en la memoria del clima global. Durante este lapso temporal, este clima insólito dejó una marca indeleble en la historia humana, desencadenando transformaciones sociales, económicas y culturales. De aquí la importancia de desentrañar sus lecciones y su impacto duradero sobre las civilizaciones que, si bien es ya eco lejano para nosotros, sí puede ayudar a comprender las variaciones climáticas que estamos viviendo desde el siglo XX hasta nuestros días.

1.1 Definición y periodización del Periodo Cálido Medieval

El Periodo Cálido Medieval se ha definido como un intervalo de tiempo que abarca aproximadamente los siglos X-XIV, en el que se han experimentado temperaturas relativamente cálidas en comparación con siglos anteriores o posteriores. En cuanto a su periodización no existe un acuerdo universal, pues los estudios de paleoclimatología mediante *proxies*¹³ no pueden proporcionar fechas exactas; pero, no obstante, en la producción científica académica se ha propuesto la datación del momento álgido del fenómeno, que va desde 950 d.C. hasta aproximadamente el 1200 d.C.¹⁴ Más allá de esta propuesta convencional surgen otras fechas para este acontecimiento climático que contribuyen a la complejidad de su comprensión. H. H. Lamb y P. Alexandre postulan otras fechas de inicio que son, respectivamente, el año 1000 d.C.¹⁵ y el año 800 d.C.¹⁶ y este último sostiene que su finalización habría ocurrido en torno al año 1250 d.C.¹⁷ La discrepancia a la hora de temporalizar este suceso se atribuye a que los episodios de aumento de las temperaturas no se caracterizaron por ser continuos ni uniformes a nivel geográfico. Si bien se cree que en este lapso temporal – arriba mencionado – hubo una

¹³ En singular “proxy”. Es toda aquella información climática que se obtiene de forma indirecta; se trata, en concreto, de datos meteorológicos que se deducen como una causa o consecuencia de una circunstancia. Si bien el *proxy-data* se debe interpretar con cautela, sí es una herramienta valiosa para reconstruir el clima pasado. Barriendos, “La climatología histórica en el marco geográfico de la antigua monarquía hispana”, pp. 13 y 17.

¹⁴ Hunt, “The Medieval Warm Period, the Little Ice Age and simulated climatic variability”, p. 677 y Jones y Mann, “Climate over past millennia”, p. 19.

¹⁵ Lamb, “The early medieval warm epoch and its sequel”, p. 14.

¹⁶ Alexandre, “Les variations climatiques au Moyen Âge (Belgique, Rhénanie, Nord de la France)”, p. 195.

¹⁷ *Idem*.

tendencia hacia un clima más caluroso y seco, cierto es que no se dio de manera sincrónica, tal y como se verá a lo largo del capítulo¹⁸.

Este fenómeno está intrínsecamente vinculado a otro, conocido entre los investigadores como Pequeña Edad de Hielo¹⁹, que, aunque no constituya directamente el objeto de análisis de esta tesis, sí es conveniente tenerlo en cuenta, puesto que la gran mayoría de los estudios paleoclimáticos lo toman como punto de referencia a la hora de reconstruir los datos proxy del Periodo Cálido Medieval. Tal y como ocurre para este último, establecer una cronología precisa para la Pequeña Edad de Hielo es complicado. Se sabe que este fenómeno climático aconteció, con seguridad, tras la época de calor mencionada, es decir al menos después del siglo XIV, si se sigue la datación más amplia, o a partir del 1200 d.C. si se atiende a la temporalización convencional²⁰. En este caso también se proponen fechas de inicio no precisas, aunque sí parece haber un cierto consenso entre los investigadores al respecto. Para Michael E. Mann su comienzo sería en 1400 d.C.²¹, según Briffa Keith R. en 1450 d.C.²² y Grove J. M. sostiene que empezó en el 1300 d.C.²³, por proporcionar algunos ejemplos.

1.2 Los estudios de H. Hubert Lamb y sus fuentes documentales

Las investigaciones de Emmanuel Le Roy Ladurie²⁴ y Hubert H. Lamb destacan como pioneras en el planteamiento teórico del Periodo Cálido Medieval. Ambos académicos desempeñaron un papel fundamental a la hora de impulsar los análisis sobre este fenómeno climático particular. Sin embargo, el climatólogo y meteorólogo británico, H. Lamb, parece haber sido más influyente por lo que se refiere al asentamiento de las bases teóricas de esta manifestación climática. Su legado marcó notablemente los estudios posteriores, convirtiéndose en una referencia para los climatólogos actuales. De hecho, es un autor profusamente citado por los investigadores contemporáneos y ha sido objeto tanto de elogios como de críticas. Dejando de lado las divergencias que su labor ha generado, es indiscutible la notable repercusión científica que ha supuesto, siendo un

¹⁸ Hunt, "The Medieval Warm Period, the Little Ice Age and simulated climatic variability", p. 677.

¹⁹ Del inglés Little Ice Age.

²⁰ Hughes y Diaz, "Was there a 'medieval warm period', and if so, where and when?", p. 110. Jones y Mann, "Climate over past millennia", p. 19.

²¹ Mann *et alii*, "Global Signatures and Dynamical Origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly", p. 1257.

²² Briffa *et alii*, "Low-frequency temperature variations from a northern tree ring density network", p. 2938.

²³ Grove, *Little Ice Ages*, p. 419.

²⁴ Véase Le Roy Ladurie, *L'histoire du climat depuis l'an mil*.

punto de partida crucial en el campo del estudio del clima pasado.

H. H. Lamb fue el primero en teorizar sobre un Periodo Cálido Medieval iniciado, en un primer momento, en el hemisferio norte y según propone, acabado en torno el 1300 d.C.²⁵ Este autor señala que este fenómeno ocurrió en un contexto de variabilidad climática compleja, sujeta a fluctuaciones según la temporada y la ubicación geográfica. Él comparó las temperaturas del Periodo Cálido Medieval con el Óptimo Climático del Holoceno – sucedido hace unos 8.000-5.000 años – y sugirió que ambos periodos experimentaron un aumento anómalo de las temperaturas, siendo la medieval la más calurosa. Del mismo modo, señaló que el calor detectado en la Edad Media superó el de la primera mitad del siglo XX. Esto ocurrió, según él, principalmente, en el norte de Europa, el Atlántico Norte y el sur de Groenlandia e Islandia²⁶.

El llamado Periodo Cálido Medieval, coincidente con la Edad Media europea, tuvo unas características similares al “Óptimo Pequeño” u “Óptimo Climático” según H. H. Lamb, época – 5000/3000 a.C. – que también fue conocida por haber sufrido un incremento anormal de la temperatura, para posteriormente tener un declive en el 500 a.C., momento en el que el clima se presentó más frío y tormentoso²⁷. En términos temporales, Lamb situó los tramos más cálidos en América del Norte, Europa y Nueva Zelanda entre los años 950 d.C. y 1400 d.C., aproximadamente, con un punto álgido alrededor de 1150-1300 d.C. en la mayor parte de Europa. En el hemisferio sur el auge podría haber sido tan tardío como de 1200 d.C. a 1400 d.C. y concretamente en América del Sur, observó que el bosque retrocedía hacia el oeste, indicando cambios en las condiciones climáticas. H. H. Lamb lo explicaba así en 1977:

In the heartland of North America, as in European Russia and Greenland, the warmest times may be placed between about A.D. 950 and 1200. In most of Europe the warmest period seems to have been between 1150 and about 1300, though with notable warmth also in the late 900s. In New Zealand the peak may have been as late as 1200 to 1400. In southernmost South America the forest was receding rapidly to western aspects only,

²⁵ Lamb, "The early medieval warm epoch and its sequel", p. 26.

²⁶ Lamb, *Climate, History and the Modern World*, p. 162.

²⁷ Hughes y Diaz, "Was there a 'medieval warm period', and if so, where and when?", p. 111; Lamb, "The early medieval warm epoch and its sequel", p. 14.

indicating more effective rain shadow from the Andes²⁸.

Todas sus teorías se basaron en una meticulosa cuantificación de los cambios de temperatura y del régimen de precipitaciones en Inglaterra. Detectó que las temperaturas en el Periodo Cálido Medieval eran más elevadas de al menos ~1, 3° C con respecto a las analizadas a mediados del siglo XX, al tiempo que las precipitaciones experimentaron un aumento global del 10%. Este enfoque riguroso le permitió añadir una evidencia cuantitativa de las variaciones climáticas a lo largo del tiempo²⁹.

Aparte de lo comentado, H. H. Lamb señaló la importancia de la circulación atmosférica en la dinámica de la variabilidad climática. Se centró especialmente en analizar las alteraciones en los vientos del oeste y las trayectorias de las depresiones atmosféricas, determinando un desplazamiento hacia el norte en comparación con la posición considerada normal en la época que abarcaba los años 1900-1939. Postuló que este cambio en la circulación atmosférica podría tener implicaciones directas; un ejemplo de esto último podría ser la reducción de la extensión del hielo marino. Esta atenta observación no solo destacó la complejidad de las interacciones atmosféricas, sino que también subrayó la estrecha relación entre los cambios de ésta y las condiciones climáticas en la superficie terrestre. Lamb proporcionó, así, un valioso aporte al entendimiento de cómo los fenómenos en las capas superiores de la atmósfera pueden influir directamente en las condiciones que se experimentan a nivel del suelo. Este enfoque integral, que vincula los patrones atmosféricos con los resultados climáticos, resalta la sofisticación de su perspectiva y su capacidad para integrar múltiples aspectos de la meteorología en su análisis climatológico³⁰.

Otro aspecto para destacar es la multidisciplinariedad del trabajo llevado a cabo por Lamb; de hecho, una de las tareas más importantes fue recopilar una extensa y detallada evidencia sobre el clima de Europa, especialmente en la zona norte, durante el denominado Período Cálido Medieval. Su propuesta abarcó diversas fuentes documentales y se distinguió por la meticulosidad con la que reunió pruebas para establecer una cronología de cambios relativos en numerosas características climáticas a lo largo de las estaciones. El meteorólogo británico utilizó una amplia gama de registros, incluyendo

²⁸ Lamb, *Climate: Present, Past and Future*, p. 435.

²⁹ Frey Sánchez, "¿Qué puede aportar el clima a la historia?", p. 224.

³⁰ Graham *et alii*, "Support for global climate reorganization during the "Medieval Climate Anomaly"", p. 1218.

archivos naturales como anillos de árboles, núcleos de hielo y espeleotemas³¹. Además, incorporó análisis paleoecológicos, en particular aquellos relacionados con la distribución de la vegetación forestal y las condiciones marinas costeras, así como análisis geomorfológicos, como los que se refieren a glaciares y procesos fluviales. Su planteamiento interdisciplinario también abarcó la evidencia arqueológica, destacando la extensión latitudinal y altitudinal de los diversos cultivos, y la incorporación de los cambios sobre el nivel del mar, registros fenológicos, precios de cultivos y condiciones sociales para complementar su análisis del Periodo Cálido Medieval; además, añadió documentos sobre fenómenos meteorológicos, estaciones extremas y observaciones detalladas sobre el hielo marino³².

La diversidad de todos estos registros proporcionó a Lamb una riqueza de datos que respaldaron sus análisis sobre este fenómeno climático particular, o al menos así lo hicieron en su época. La robustez de sus conclusiones se basó en la cuantificación de dichos cambios inferidos a partir de esta amplia colección de información. Un ejemplo destacado fue la evaluación de datos de distribución de cultivos y fechas de cosecha de vino en Europa occidental. Lamb presentó tablas que detallaban desviaciones de temperatura, calculadas para el mes más cálido del año durante la Edad Media en comparación con los valores prevalecientes alrededor de 1900, para explicar las variaciones observadas en estos cultivos³³. Sin embargo, su trabajo se ha enfrentado a las críticas contemporáneas, especialmente en relación con la evidencia documental, reseñada en los siguientes apartados, destacando la necesidad de una evaluación cuidadosa y una interpretación contextualizada, junto con una profunda revisión de la terminología empleada.

1.3 Del Periodo Cálido Medieval a la Anomalía Climática Medieval: un debate terminológico

En la década de los años '60 los estudios sobre climatología en perspectiva histórica todavía no estaban muy desarrollados, de modo que los datos y las herramientas disponibles eran limitados y estaban en un estado embrionario. Por este motivo, el enfoque analítico de los pioneros, como H. H. Lamb, se basó en fuentes históricas que sintetizaban registros térmicos e hidrotérmicos proporcionados por investigadores de

³¹ Se refiere generalmente a los depósitos de minerales que, posteriormente, forman las cuevas. No se refiere a un material en concreto, sino a cómo éste se ha depositado. Hill y Forti, *Cave Minerals of the World*, p. 45.

³² Hughes y Diaz, "Was there a 'medieval warm period', and if so, where and when?", p. 129.

³³ Lamb, *Climate: Present, Past and Future*, 2, p. 426 [Tabla 17.1].

ciencias naturales. Fue en las décadas de los ochenta y noventa cuando, debido al cambio climático en la época industrial, se despertó un interés hacia estas temáticas. A partir de este momento, fue cuando recopilar datos ambientales, desde el campo de la dendrología, palinología, climatología a través del análisis de isótopos estables, se volvió una labor habitual³⁴. Entre los cambios significativos que el estudio del clima secular trajo consigo se hallan los que atañen a la terminología para describir y tratar estos fenómenos. Periodo Cálido medieval y Pequeña Edad de Hielo son términos que se acuñaron en investigaciones germinales como las de H. H. Lamb, y, por ello, es necesario hacer una revisión de tales expresiones.

En estudios más recientes³⁵ se han ampliado los espacios geográficos considerados y se han ido incorporando datos nuevos, con respecto a la época incipiente de estas investigaciones, los cuales hacen replantear el uso de estos términos. Aunque la utilización de esta terminología sigue siendo común en los trabajos académicos, las fórmulas Periodo Cálido Medieval y Pequeña Edad de Hielo se hallan en cierto modo estigmatizadas. Entre otras razones, porque fomentan interpretaciones que no consideran la sensibilidad a la variabilidad pasada de la temperatura, ni las anomalías regionales que a menudo se anulan desde una perspectiva hemisférica³⁶. A este propósito, Mann Michael Evan y Jones Philippe Douglas se preguntan si son válidos los estudios que han llevado a cabo Willie Wei-Hock Soon y Sallie Louise Baliunas. Los dos últimos intentan dar respuesta a si existió, efectivamente, un Periodo Cálido Medieval y una Pequeña Edad de Hielo. No obstante, Soon y Baliunas contestaron de manera afirmativa, reconocieron que, siguiendo el análisis de los proxis, tanto en el Periodo Cálido Medieval como en la Pequeña Edad de Hielo hubo variaciones de temperaturas —de frío y de calor— que, además, no ocurrieron al mismo tiempo en todas las regiones. Por ejemplo, no se puede hablar de un calentamiento uniforme en el Pacífico del sur y el Índico³⁷.

En definitiva, los estudiosos Soon y Baliunas, aun admitiendo que estos términos no describen de forma apropiada los datos proxis sobre estos periodos analizados, siguen

³⁴ Capel, "Authority Beyond State and Tribe in the Early Medieval Maghrib: The Impact of Climate on the Economic, Social and Political Reorganisation of the Maghrib al-Aqṣā in the Eighth–Ninth Centuries: The Case of Sijilmāsa (Morocco)", pp. 49-50.

³⁵ Véase: Hughes y Diaz, "Was there a 'medieval warm period', and if so, where and when?" por lo que se refiere al Periodo Cálido medieval y Bradley y Jones, "'Little Ice Age' summer temperature variations: their nature and relevance to recent global warming trends" en cuanto a la Pequeña Edad de Hielo.

³⁶ Jones y Mann, "Climate over past millennia", p. 19.

³⁷ Soon *et alii*, "Reconstructing Climatic and Environmental Changes of the Past 1000 Years: A Reappraisal", p. 235.

manteniendo el uso de esta terminología; de ahí que conceptos como Periodo Cálido Medieval y Pequeña Edad de Hielo se han estado empleando sin considerar las posibles fluctuaciones climáticas y de manera estereotipada, tal y como señalan los climatólogos Jones y Mann. Aparte de lo dicho, cabe destacar que utilizar estos términos de forma globalizante debe suponer, en cierta medida, la cancelación de tendencias climáticas regionales, que, a menudo, son distintas, o incluso opuestas, con respecto a las tendencias hemisféricas. De manera que, convencionalmente, los paleoclimatólogos empezaron a utilizar para sus reconstrucciones regionales el término Periodo Cálido Medieval para el intervalo más cálido y a etiquetar como Pequeña Edad de Hielo el lapso temporal más frío, siempre y cuando éstos estén dentro del rango temporal establecido por la producción académica³⁸.

Esta línea de actuación por parte de los investigadores, si bien podría parecer coherente y lógica, para otros es discutible, como es el caso de Kim M. Cobb, Chris D. Charles, Hai Cheng y Lawrence R. Edwards. Estos últimos, en una conferencia celebrada en Japón, satirizan a aquellos climatólogos que utilizan fórmulas como “Pequeña Era cálida” o “Periodo medieval fresco” para referirse a un aparente patrón de frío temprano o de calor posterior al tratar zonas como el Pacífico tropical central, siendo, por tanto, desacertado para ellos. De hecho, según Kim M. Cobb, Chris D. Charles, Hai Cheng y Lawrence R. Edwards, si la paleoclimatología se hubiese desarrollado en sus inicios en lugares como África, Pacífico tropical, Australia, Nueva Zelanda o América Latina lo más probable es que la terminología adoptada fuera distinta y abarcara épocas y características diferentes del clima; por ejemplo, se podría hablar de un “Periodo seco Extendido” u optar por otros calificativos³⁹.

A la luz de lo comentado, queda patente, desde el punto de vista de la paleoclimatología, la necesidad de esforzarse por realizar reconstrucciones del clima pasado sin que estas se vean limitadas a preconcepciones implícitas impuestas por una terminología ya obsoleta. Además, su uso no es capaz de plasmar correctamente las complejidades que implica el estudio del clima secular. En otras palabras, el uso de estos términos es más probable que obstaculice las reconstrucciones paleoclimáticas, puesto que son restrictivos

³⁸ Jones y Mann, "Climate over past millennia", p. 19.

³⁹ Cobb *et alii*, "The Medieval Cool Period and the Little Warm Age in the central tropical Pacific. Fossil coral record of the last millennium," in *The Climate of the Holocene* (Sapporo, Japón: International Union of Geodesy and Geophysics, 2003).

y no representan las eventuales variaciones climáticas en la historia⁴⁰. Frente a este empleo “pasivo” de la terminología, hay otros estudiosos que han avanzado diversas propuestas. Entre ellos el más destacado es el de Scott Stine, quien propuso el término “Anomalía Climática Medieval”. Según él, sería más adecuado que decir “Periodo Cálido Medieval” porque de esta manera se elimina el énfasis en la temperatura como característica definitoria, pero, tampoco la descarta como variable a tener en cuenta⁴¹. Bradley R. S., Briffa K. R., Cole J. E., Hughes M. K. y Osborn T. J. compartieron este nuevo término, pues las anomalías de la época medieval, si bien muestran una clara tendencia hacia un calor anómalo, dicha tendencia no sería generalizada en todas las regiones. Por lo tanto, a nivel local no siempre sería correcto hablar de un Periodo Cálido Medieval⁴².

Desde 1998, cuando Stine Scott propuso dicho término, se ha ido aplicando en la gran mayoría de estudios, convirtiéndose en la fórmula convencional para definir este periodo climático. De hecho, en trabajos recientes⁴³ se puede apreciar este cambio, y su adopción refleja los avances que se han logrado desde la paleoclimatología, que ha ido arrojando cada vez más datos. Por todo lo mencionado, en esta investigación se utilizará el término “Anomalía Climática Medieval” en lugar de “Periodo Cálido Medieval”, en cuanto que parece ser la acepción más correcta según la comunidad científica experta y porque desde nuestra disciplina, la filología, tampoco se ha detectado en las fuentes geográficas arabo-islámicas una continuidad temporal clara y evidente como para referirse a un periodo continuo de calor.

1.4 Reconstrucción paleoclimática de la Anomalía Climática Medieval: el caso de Europa como antecedente. La Oscilación del Atlántico Norte y sus implicaciones climáticas

Del mismo modo que existe una controversia acerca de la terminología más correcta a emplear, también se genera un debate sobre la veracidad de si el propio fenómeno ocurrió o no. La evidencia documental que H. H. Lamb presentó en su

⁴⁰ Jones y Mann, "Climate over past millennia", p. 31.

⁴¹ Stine, "Medieval Climatic Anomaly in the Americas", p. 45.

⁴² Bradley *et alii*, "The Climate of the Last Millennium", p. 116.

⁴³ Véase: Mann *et alii*, "Global Signatures and Dynamical Origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly"; Trouet *et alii*, "Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate Anomaly,"(Science: Science, 2009).; Cook *et alii*, "Megadroughts in North America: Placing IPCC projections of hydroclimatic change in a long-term palaeoclimate context"; Graham *et alii*, "Support for global climate reorganization during the “Medieval Climate Anomaly””.

momento, para justificar su Periodo Cálido, que abarcaba de forma ininterrumpida la Edad Media, se ha debilitado significativamente. Con la aplicación de las nuevas técnicas de análisis histórico⁴⁴ y el uso de nuevos modelos de reconstrucción del clima⁴⁵, es posible ofrecer una imagen más precisa de este periodo climático, con respecto a lo proporcionado por el pionero británico.

Como se ha dicho, los estudios iniciales, desarrollados en Europa y América del Norte, contribuyeron a la construcción de una imagen del clima histórico. Sin embargo, con un cotejo atento de los registros paleoclimáticos nos percatamos de la complejidad de los patrones globales promedio, que además se sesgan a nivel regional⁴⁶. Es a raíz de la naturaleza inestable del clima, que algunos investigadores han puesto en duda la existencia de un Periodo Cálido Medieval como es el caso de Malcolm K. Hughes, Henry F. Díaz, P. D. Jones o M. E. Mann⁴⁷. Desde mediados de la década de 1990, tal y como se ha dicho anteriormente, aumentó la disponibilidad de los registros proxis de alta calidad, aptos para el análisis del clima en la Edad Media, con especial cobertura de las regiones medias y altas del hemisferio norte⁴⁸. El incremento de la cantidad de las reconstrucciones paleoclimáticas, junto con los estudios de modelado más recientes sobre la Anomalía Climática Medieval han proporcionado herramientas más rigurosas, no solo para determinar las fluctuaciones climáticas, sino para elucidar lo que se refiere a sus posibles causas⁴⁹.

Asimismo, es importante destacar que todas estas nuevas herramientas han llevado a la conclusión de que no hubo un episodio continuo de calor ni tampoco que fue sincrónico en la Edad Media a nivel geográfico⁵⁰. De hecho, hay registros de la región europea que respaldan esta inferencia, pues indican que, entre los años 1050 y 1150, hubo unas temperaturas similares a las de la Pequeña Edad de Hielo⁵¹. Esto último se sabe

⁴⁴ Véase, por ejemplo, Ogilvie, "Climatic Changes in Iceland, A.d. 865 to 1598".

⁴⁵ Véase Thatcher *et alii*, "Iberian hydroclimate variability and the Azores High during the last 1200 years".

⁴⁶ Jones y Mann, "Climate over past millennia", p. 19.

⁴⁷ Hunt, "The Medieval Warm Period, the Little Ice Age and simulated climatic variability", p. 677.

⁴⁸ Véase: Mann *et alii*, "Proxy-based Reconstructions of Hemispheric and Global Surface Temperature Variations over the Past Two Millennia" y Ljungqvist, "A New Reconstruction of Temperature Variability in the Extra-tropical Northern Hemisphere During the Last Two Millennia".

⁴⁹ Díaz *et alii*, "Spatial and Temporal Characteristics of Climate in Medieval Times Revisited", p. 1488.

⁵⁰ Hughes y Díaz, "Was there a 'medieval warm period', and if so, where and when?", p.110; Bradley *et alii*, "The Climate of the Last Millennium", p.115; Guiot y Corona, "Growing Season Temperatures in Europe and Climate Forcings Over the Past 1400 Years", p.1; Guiot *et alii*, "The medieval climate anomaly in Europe", p. 35.

⁵¹ Büntgen *et alii*, "Summer temperature variations in the European Alps, AD 755-2004", p. 5617; Grudd, "Toroträsk tree-ring width and density AD 500-2004: a test of climatic sensitivity and a new 1500-year reconstruction of north Fennoscandian summers", p.850; Corona *et alii*, "Millennium-long summer

gracias al análisis de las temperaturas estivales mediante proxis⁵².

Una de las reconstrucciones multiproxis más citadas y usadas como referencia, es la de Guiot Joël, director del *Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement*, la cual es el resultado de muchos años de investigación – 1992 a 2010 –, que sigue teniendo validez para los estudiosos contemporáneos. En su reconstrucción basada en anillos de árboles, documentos, polen y núcleos de hielo⁵³, afirma que en el noroeste de Europa los periodos fríos no parecen estar conectados con la costa occidental del Mediterráneo (en particular Marruecos y la península ibérica) y el Mediterráneo central (Italia y Grecia); parece ser que el Mediterráneo central tiene más afinidades climáticas con Europa Occidental que con el Sur, es decir España y, como franja geográfica excepcional, Marruecos. Reconstruye un siglo XII muy frío y unos valores más cálidos los siglos XIII y XV con un siglo XIV intermedio más fresco, siendo el suroeste la zona de Europa con mayores anomalías positivas, es decir de calor anómalo. De hecho, parece ser que en la franja suroeste no se han experimentado los episodios fríos (1550 – 1620 y 1750 – 1880), que, en cambio, sí se detectaron para la zona más septentrional, en concreto los Alpes⁵⁴.

Estas conclusiones ya habían sido avanzadas, en parte, por Pierre Alexandre en 1987, quien llegó a la conclusión de que, en el norte de Europa, especialmente en los Alpes, desde 1150 d.C. hasta 1330 d.C., predominó un clima frío con fases más severas a mediados del siglo XII y principios del siglo XIII, con un aumento rápido y corto de las temperaturas a mediados del siglo XIV. En cuanto a Europa occidental hubo sequías, sobre todo en verano, entre 1200 d.C. y 1310 d.C., que contrastan con una época de muchas lluvias a mediados del siglo XII y en la primera mitad del siglo XIV. También se muestra un largo periodo cálido desde 1220 d.C. hasta 1310 d.C., seguido de un enfriamiento extremo en el siglo XIV, culminado alrededor de 1340-1350 d.C.⁵⁵.

Estos datos se confirman, asimismo, en otros estudios más recientes; uno de ellos,

temperature variations in the European Alps as reconstructed from tree rings", p.388; Guiot *et alii*, "The medieval climate anomaly in Europe", p. 35.

⁵² Guiot *et alii*, "The medieval climate anomaly in Europe", p. 35 y Diaz *et alii*, "Spatial and Temporal Characteristics of Climate in Medieval Times Revisited"

⁵³ Guiot *et alii*, "The medieval climate anomaly in Europe", p. 38.

⁵⁴ Guiot, "The combination of historical documents and biological data in the reconstruction of climate variations in space and time", p. 101 y Hughes y Diaz, "Was there a 'medieval warm period', and if so, where and when?", p. 131. Véase también Guiot y Corona, "Growing Season Temperatures in Europe and Climate Forcings Over the Past 1400 Years".

⁵⁵ Alexandre, *Le Climat en Europe au Moyen Age*, pp. 807-808.

es nuevamente de Joël Guiot junto con Hugues Goosse, Michael E. Mann, Svetlana Dubinkina y Yoann Sallaz-Damaz quienes, gracias al procedimiento de “asimilación de datos”, que puede combinar un modelo climático con las reconstrucciones basadas en proxis, han conseguido llegar a las mismas conclusiones. Por tanto, en el sur de Europa y la franja mediterránea en general, durante la Anomalía Climática Medieval, las temperaturas medias estivales eran notablemente más elevadas que en la Pequeña Edad de Hielo. Esta disparidad también existía en el norte y en el este de Europa, pero, y esto es lo significativo, era de menor magnitud. En todo caso, sí se detecta un tiempo medieval cálido, pero con temperaturas más bajas con respecto al promedio actual para Europa⁵⁶.

Sin embargo, Europa meridional parece haber tenido un comportamiento ligeramente distinto al resto de Europa. Pierre Alexandre⁵⁷ y Joël Guiot detectan una tendencia hacia un clima más fresco en el siglo XIV para esta franja geográfica. Sin embargo, Guiot identificó, al mismo tiempo, unas anomalías de elevación térmica superior al resto del continente. En cambio, en el siglo XII, parece ser que el sur de Europa tuvo una evolución similar al resto de la región europea junto con algún episodio esporádico más húmedo⁵⁸.

Aparte de lo dicho, cabe señalar que, en la actualidad, se ha ampliado el espectro de estudio. Ya no se busca reconstruir únicamente las temperaturas, sino que también se está empezando a tomar en consideración el hidroclima, que se refiere al patrón de los ciclos de lluvias. Esto último se está aplicando a estudios de todo el ámbito europeo, aunque no exclusivamente. Una vez más, estas investigaciones marcan una diferencia indiscutible entre el norte de Europa y la parte meridional. Muchos registros indican que, el suroeste de Europa e incluso el noroeste de África, tuvieron condiciones más secas durante la Anomalía Climática Medieval (850 – 1250 d.C.) en comparación con la Pequeña Edad de Hielo (1400 – 1850 d.C.), mientras que para otros lugares más septentrionales esta afirmación no es aplicable⁵⁹. Si bien no se indican fechas precisas, estas conclusiones no entran en contradicción con lo que se ha explicado hasta ahora. De hecho, que se haya detectado más aridez durante la Anomalía Climática Medieval, no

⁵⁶ Guiot *et alii*, "The medieval climate anomaly in Europe", p. 39.

⁵⁷ Alexandre, *Le Climat en Europe au Moyen Age*, p. 808.

⁵⁸ Guiot, "The combination of historical documents and biological data in the reconstruction of climate variations in space and time", p. 101. Este dato lo retoma también: Hughes y Diaz, "Was there a 'medieval warm period', and if so, where and when?", p. 111.

⁵⁹ Thatcher *et alii*, "Iberian hydroclimate variability and the Azores High during the last 1200 years", p. 2365.

descarta que los siglos posteriores pudieran ser igualmente secos o que no pudieran haberse producido anomalías más húmedas, tal y como ya sostenían Joël Guiot.

Las fluctuaciones climáticas, que se acaban de abordar en los párrafos anteriores, se deben probablemente a factores externos, tanto naturales como antropogénicos. Entre las causas naturales los estudiosos citan las irradiancias solares totales —estas son la energía total que la Tierra recibe del sol en la parte superior de la atmósfera— y las erupciones volcánicas. Estas dos últimas implican consecuencias distintas. Las altas irradiancias solares totales habrían provocado un calentamiento de la superficie, que se ha conseguido reconstruir para los años 900-1000 d.C. y 1050-1250 d.C., fechas coincidentes con la Anomalía Climática Medieval. Por lo tanto, esto último podría ser potencialmente una causa de una prolongada anomalía positiva —de calor— en Europa⁶⁰. Al contrario, las erupciones volcánicas enfrían la superficie, especialmente en verano⁶¹. Algunas veces las erupciones de los volcanes expulsan de forma violenta cenizas y polvos, que consiguen alcanzar la capa alta de la atmósfera, disminuyendo la cantidad de radiación solar que proviene directamente del sol, lo cual provoca un enfriamiento. Por consiguiente, la relativa ausencia de grandes erupciones durante la Edad Media, con respecto a la Pequeña Edad de Hielo⁶², puede que haya contribuido al nivel de calidez. Además de estas posibles explicaciones, también cabe señalar que Europa vivió importantes cambios por lo que se refiere al uso del suelo, que han conducido, en el último milenio, a la deforestación. Esta puede haber afectado a los intercambios de calor entre la atmósfera y la superficie terrestre; en consecuencia, hubo un impacto directo en la concentración de dióxido de carbono, que ha podido inducir un calentamiento a gran escala⁶³.

Ahora bien, las causas naturales son las que se van a analizar en este apartado específico. Los efectos termodinámicos, la influencia climática de origen volcánico y

⁶⁰ Bard *et alii*, "Solar irradiance during the last 1200 years based on cosmogenic nuclides", p. 989; Muscheler *et alii*, "Solar activity during the last 1000yr inferred from radionuclide records", p. 82; véase también: Delaygue y Bard, "An Antarctic view of Beryllium-10 and solar activity for the past millennium".

⁶¹ Robock, "Volcanic eruptions and climate", p.191; Fischer *et alii*, "European Climate Response to Tropical Volcanic Eruptions over the Last Half Millennium".

⁶² Crowley *et alii*, "Modeling ocean heat content changes during the last millennium"; Gao, Robock y Ammann, "Volcanic Forcing of Climate over the Past 1500 Years: An Improved Ice Core-based Index for Climate Models"; Gabriel *et alii*, "Decadal-to-centennial increases of volcanic aerosols from Iceland challenge the concept of a Medieval Quiet Period"; Preiser-Kapeller, "Le changement climatique au début du Moyen Âge provoqué par des éruptions volcaniques en Islande," *myScience2024*; Cano Sánchez, "Grandes erupciones volcánicas y su influencia en el clima", p. 231.

⁶³ Pongratz *et alii*, "Biogeophysical versus biogeochemical climate response to historical anthropogenic land cover change".

solar afectan, además, en la circulación atmosférica en gran alcance⁶⁴. En concreto, se hace referencia a la Oscilación del Atlántico Norte (OAN), que es el principal modo sinóptico de la dinámica atmosférica y de la variabilidad climática en el sector del Atlántico Norte hasta Europa. Esta es especialmente importante, pues tiene una influencia sustancial en los ecosistemas, tanto marinos como terrestres, así como en la actividad socioeconómica regional⁶⁵. Las reconstrucciones de la OAN apuntan a una tendencia positiva en invierno, asociado a un forzamiento solar positivo, es decir, a un aumento de la energía solar que llega a la Tierra, que es lo que provoca un calentamiento del clima. Esto implica una respuesta espacial diferente dependiendo de la región, amortiguando o amplificando las temperaturas o los eventos meteorológicos⁶⁶. Estas dinámicas del sistema climático conducen a inviernos relativamente cálidos en gran parte de Europa; esto es debido al flujo marítimo que no solo está más fuerte, sino también más caliente frente al Océano Atlántico⁶⁷. Cabe señalar, además, que Europa, en su mayoría, está bajo la influencia de los vientos del oeste, los cuales dejan un fuerte impacto en las temperaturas en esta zona, que, a su vez, están sujetos a los cambios en la circulación oceánica⁶⁸. Reconstruir la OAN es especialmente complejo, por ello, los datos climáticos de la OAN abarcan un periodo relativamente breve, desde 1049 d.C. hasta, aproximadamente, 1400 d.C. Sin embargo, cabe considerar que la OAN consta de dos polos, siendo el nodo sur el que interesa para el caso de Marruecos. Es posible, mediante la aplicación de algunos proxys más sensibles a las variaciones del clima en el nodo sur, ampliar la reconstrucción de la OAN para toda la época medieval. Aparte de lo que se acaba de comentar, hay que tomar en consideración que el periodo que se está analizando representa el calentamiento más cercano a la época moderno-contemporánea (a partir del siglo XX en adelante) y muchos de los patrones que se han observado para la Anomalía Climática Medieval, resultan tener un parecido con el siglo XX⁶⁹.

⁶⁴ Goosse *et alii*, "The role of forcing and internal dynamics in explaining the "Medieval Climate Anomaly"", p. 36.

⁶⁵ Trouet *et alii*, "Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate Anomaly.", p. 78.

⁶⁶ Robock, "Volcanic eruptions and climate", p. 192; Fischer *et alii*, "European Climate Response to Tropical Volcanic Eruptions over the Last Half Millennium".

⁶⁷ Trouet *et alii*, "Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate Anomaly.", p. 78.

⁶⁸ Sutton y Hodson, "Atlantic Ocean Forcing of North American and European Summer Climate", p. 115; Pohlmann, Sienz y Latif, "Influence of the multidecadal Atlantic meridional overturning circulation variability on European climate", p. 6066; Semenov *et alii*, "The Impact of North Atlantic-Arctic Multidecadal Variability on Northern Hemisphere Surface Air Temperature".

⁶⁹ Trouet *et alii*, "Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate

Esto último hace evidente, no sólo la real conexión que existe entre las temperaturas, el hidroclima y la OAN, sino la necesidad de estudiar los patrones moderno-contemporáneos para complementar la información que los paleoclimatólogos han recopilado sobre la Edad Media. A nivel práctico, tres son las reconstrucciones de la OAN más empleadas, la de Michael Mann junto con Zhang Zhihua, Rutherford Scott, Bradley Raymond, Hughes Malcolm, Shindell Drew, Ammann Caspar, Faluvegi Greg y Ni Fenbiao de 2009, la de Valérie Trouet, Jan Esper, Nicholas E. Graham, Andy Baker, James D. Scourse y David C. Frank, también de 2009 y la de Guiot Joël y Corona Christophe de 2010. En estas tres simulaciones se pone de relieve que la circulación atmosférica sobre Europa durante la Edad Media y también posteriormente, en la llamada Pequeña Edad de Hielo, muestra similitudes con una fase positiva de la OAN. Esto significa que el clima en el Atlántico Norte se vuelve más cálido y húmedo, lo que provoca un aumento de lluvias en el norte de Europa y, en contraste, condiciones secas en el sur de este continente y en el norte de África. Sin embargo, la señal de esta fase positiva es más débil para Europa Occidental⁷⁰ y más marcada en el sur de Europa y África. Al contrario, cuando la OAN está en fase negativa, es decir el clima en el Atlántico Norte es más frío y seco, en el norte de Europa, concretamente alrededor de Islandia, el clima es más seco y cálido, desplazándose, entonces, la baja presión hacia el sur de este mismo continente y hacia el Norte de África. En este sentido, la simulación de Guiot *et alii* evidencia anomalías negativas sobre Portugal y Marruecos, y positivas sobre Islandia y Noruega. Esto se debe a una reducción de los vientos del oeste, procedentes del Atlántico, en Europa occidental y, asimismo de los del sur, en el Mediterráneo, siendo la causa del calentamiento de estas franjas geográficas. La OAN modula los vientos, que tienen un comportamiento estacional y contrario entre regiones. En invierno una OAN positiva implica la intensificación de dichos vientos que, por tanto, traen baja presión hacia el norte-noroeste de Europa, aunque no en el sur, mientras que una OAN negativa sigue el patrón contrario, desplazando hacia el sur los vientos del oeste, que traen consigo, de este modo, más humedad hacia la franja meridional de Europa y del Mediterráneo. En verano la OAN sigue este mismo modo sinóptico, pero, su afectación es menor⁷¹. Estos datos demuestran

Anomaly.", p. 78.

⁷⁰ Con Europa occidental nos referimos a Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Liechtenstein, Luxemburgo, Mónaco, Países Bajos y Suiza.

⁷¹ Guiot *et alii*, "The medieval climate anomaly in Europe", p. 40; Trouet *et alii*, "Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate Anomaly.", p. 78; Mann *et alii*, "Global Signatures and Dynamical Origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly"; Martín, "LA PEQUEÑA EDAD DE HIELO EN PATAGONIA AUSTRAL, estudio de la evolución histórica de las

las tendencias opuestas entre los dipolos de la OAN, que, entonces, no tienen las mismas consecuencias climáticas para el norte y el sur de esta misma región, ni la misma sensibilidad estacional. En las reconstrucciones de Michael Mann *et alii.* y en la de Guiot *et alii.* sí se reproduce una Anomalía Climática Medieval bastante cálida sobre Europa, sin embargo, se replicó de forma heterogénea y estacional. Según Michael Mann *et alii.*, por ejemplo, el Norte de Europa habría experimentado cambios de temperaturas anuales, es decir tanto en invierno como en verano⁷². En cambio, en la simulación de Guiot y Corona se averiguó que el sur de Europa y todo el Mediterráneo eran más sensible a los cambios estivales. De hecho, parece que en el lapso temporal entre el 850 d.C. y 1250 d.C., en los meses entre abril y septiembre, el calentamiento es bastante claro, pues la gran mayoría de los proxis representan un aumento de temperatura estival y, en invierno, replican temperaturas suaves, pero no frías⁷³. Sin embargo, todavía no se ha conseguido establecer un patrón que una las dos estaciones, y si bien los paleoclimatólogos creen que la relación podría estar en el calentamiento de los océanos tropicales, esta teoría está todavía por confirmarse⁷⁴.

En definitiva, gracias a estas simulaciones con asimilación de indicadores climáticos individuales es posible reconstruir un modelo del paleoclima con todas sus complejidades y fluctuaciones estacionales. Los datos apuntan a que sí hubo una calidez extraordinaria a lo largo de la Edad Media, debido a diversos componentes y dependiendo de la zona geográfica tomada en consideración. Para las latitudes altas de Europa las temperaturas calurosas se deben a un aumento en el forzamiento radiactivo positivo y a una anomalía de circulación invernal, que resulta ser similar a la fase positiva de la OAN, patrón ligeramente desplazado hacia el norte con respecto al de la OAN clásica llamado Oscilación de la Atlántico Norte de Verano. Todos estos factores llevan a pensar en una posible advección de aire caliente marítimo que se desplaza hacia aquí. En cambio, las condiciones cálidas en verano durante esta época están asociadas a los vientos del oeste que soplan en Europa occidental, mientras que, para la zona del Mediterráneo, también se plantea un

comunidades de quironómidos (Diptera, Chironomidae) en la Laguna Azul, Santa Cruz, Argentina. " (Universidad de Buenos Aires, 2019), pp. 19-22.

⁷² Mann *et alii.*, "Global Signatures and Dynamical Origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly", p. 1256.

⁷³ Guiot y Corona, "Growing Season Temperatures in Europe and Climate Forcings Over the Past 1400 Years", p. 9.

⁷⁴ Goosse *et alii.*, "The medieval climate anomaly in Europe: Comparison of the summer and annual mean signals in two reconstructions and in simulations with data assimilation", p. 44.

posible transporte de aire caliente desde el Norte de África⁷⁵. Como se ha podido observar, en el caso de Europa la OAN parece afectar especialmente en las temperaturas, al contrario, en la zona mediterránea y en el Norte de África, afecta más bien al hidroclima, como se verá en el siguiente epígrafe.

1.5 Reconstrucción de la Anomalía Climática Medieval en el Norte de África: el caso de Marruecos

Aunque mi investigación se centra en el territorio del Mágreb al-Aqṣà, que se corresponde aproximadamente al actual Marruecos, este despliegue de teorías sobre Europa ha sido necesaria como preámbulo. Los fenómenos climáticos que se han desarrollado anteriormente están estrechamente interrelacionados; en este sentido, existe una fuerte conexión entre Marruecos y el sur de Europa, especialmente con la península ibérica y Portugal. Por lo tanto, este vínculo no se limita solo a factores geográficos de proximidad, sino también a la influencia mutua en los patrones climáticos. Por este motivo, comprender los cambios climáticos que afectan al sur de Europa y, en concreto, al Mediterráneo será fundamental, para entender las dinámicas climáticas regionales, especialmente para el caso marroquí.

Para la reconstrucción del clima mediterráneo, y por tanto de buena parte del Mágreb al-Aqṣà, ya se dispone de estudios más precisos y mejor fechados, gracias a su alta resolución. Como ya se había anticipado, el análisis del hidroclima está cada vez más en auge como medio de estudio del fenómeno climático que nos ocupa, de ahí que la cantidad de investigaciones sobre ello hayan aumentado de manera considerable en las últimas décadas. Gracias a ello, hoy en día se han desarrollado modelos del hidroclima ibérico y marroquí, que ayudarán al análisis regional de la variabilidad pluviométrica efectiva de los últimos 1200 años. Esto último es posible, también, gracias a la integración de una amplia gama de registros proxis que, hasta ahora, no se habían aprovechado completamente, a saber: núcleos de sedimentos de lagos y océanos, espectros de polen, descarga fluvial, la química de los sedimentos de marismas, entre otros. Además, solo se utilizan series temporales muestreadas – datos tomados en un intervalo de tiempo preestablecido – que tienen un fuerte control cronológico, que, una vez superpuestas a los proxis antes mencionados, proporcionan una línea cronológica más exacta. Entre los registros utilizados para el territorio que nos ocupa estarían: los isótopos de carbono,

⁷⁵ Goosse *et alii*, "The medieval climate anomaly in Europe: Comparison of the summer and annual mean signals in two reconstructions and in simulations with data assimilation", p. 45.