

La ecología isotópica y su importancia en estudios arqueológicos. Propuesta para la creación de una base de datos regional

Javier Cruz Alegre

Máster en Arqueología y Patrimonio



MÁSTERES
DE LA UAM
2021-2022

Facultad de Filosofía y Letras

UAM Universidad Autónoma
de Madrid

MÁSTER EN ARQUEOLOGÍA Y PATRIMONIO

Trabajo de Fin de Máster

***LA ECOLOGÍA ISOTÓPICA Y SU IMPORTANCIA EN
ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS***

Propuesta para la creación de una base de datos regional

Alumno:

Javier Cruz Alegre

Tutor:

Dr. Ángel Fuentes Domínguez

Vº Bº el Tutor

Madrid, 2022

ÍNDICE

1. Introducción	5
2. Los isótopos estables y su aplicación en nuestro país	6
3. Justificación del proyecto	9
4. Metodología y estrategia que seguir	11
a) Variables que afectan a la distribución del carbono	13
b) Variables que afectan a la distribución del nitrógeno	14
c) Otras consideraciones	15
5. Puesta en marcha de la estrategia	17
a) Marco espacial	17
b) Marco temporal	20
c) Modificaciones ambientales en nuestro lugar de estudio	26
6. Rastreo y relación de yacimientos	28
6.1. Selección de yacimientos para el periodo ‘s. VI-II a. C.’	30
6.1.1. Rocas ácidas	30
a) Castro ‘El Raso de Candeleda’	30
b) Cancho Roano	31
6.1.2. Materiales del precámbrico	31
6.1.3. Formaciones primarias	31
a) Conjunto arqueológico de Villasviejas del Tamuja	32
6.1.4. Formaciones terciarias	33
a) Necrópolis de Palomar del Pintado	33
b) Medellín	34
c) Casas del Turuñuelo	34
6.2. Selección de yacimientos para el periodo ‘s. II a. C. – V d. C.’	35

6.2.1. Rocas ácidas -----	35
a) <i>Augusta Emerita</i> -----	35
b) Dehesa de los Estantes I -----	36
c) Los Estantes II -----	37
d) Cáparra -----	37
6.2.2. Materiales del precámbrico -----	38
6.2.3. Formaciones primarias -----	38
a) Conjunto arqueológico Villasviejas del Tamuja -----	39
6.2.4. Formaciones terciarias -----	39
a) Necrópolis bajoimperial y tardorromana ‘La Magdalena III-IV’ -----	39
6.3. Selección de yacimientos para el periodo ‘s. V-X d. C.’ -----	40
6.3.1. Rocas ácidas -----	40
a) Mérida -----	41
b) Los Hitos (Arisgotas) -----	41
c) <i>Maqbara</i> en Toledo -----	42
6.3.2. Materiales del precámbrico -----	42
6.3.3. Formaciones primarias -----	42
6.3.4. Formaciones terciarias -----	43
a) Gózquez de Arriba -----	43
b) Necrópolis hispano-visigoda de Estevillas – Virgen de la Torre ---	44
c) Necrópolis de la Cruz del Cristo (Malagón, Ciudad Real) -----	44
d) Necrópolis de las Vegas (La Pueblanueva, Toledo) -----	44
7. Discusión y consideraciones finales -----	45
8. Agradecimientos -----	50
9. Bibliografía -----	51

*“La vida de los muertos consiste en hallarse
presentes en el espíritu de los vivos”*

Cic., *Phil.* IX, 10.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo que aquí presentamos pretende trazar el camino a seguir para atajar uno de los problemas más serios de entre todos los que enfrenta la arqueología de nuestro país en estos momentos. Nos referimos a la manera en la que interpretamos los resultados de los análisis de isótopos estables realizados sobre materiales procedentes de yacimientos arqueológicos.

Cuando comenzaron a realizarse estudios isotópicos en la disciplina arqueológica allá por los años ochenta del pasado siglo, estos estaban al alcance de pocos proyectos, los cuales eran, además, de gran categoría y muy sofisticados. Por esto mismo, contaban con la participación de grandes profesionales y expertos en geoquímica. No obstante, con el paso del tiempo estas técnicas se han ido abaratando y, con ello, popularizando. En consecuencia, gran número de estudios han querido seguir la tendencia e incluir análisis isotópicos sin contar con los conocimientos ni bases necesarias para manejar bien los resultados y extraer conclusiones certeras (Makarewicz & Sealy, 2015: 147). Y no queremos insinuar, ni mucho menos, que la generalización de estos estudios sea algo negativo; más bien al contrario. Pero hemos de ser conscientes de que, si queremos realizar estudios isotópicos rigurosos, primero debemos dominar la materia y atender correctamente sus necesidades metodológicas y técnicas, comenzando por el diseño de un estudio lo más científico posible que permita la reproducibilidad y comprobación de los datos, entre otros detalles.

En este ensayo, queremos referirnos al problema interpretativo que supone utilizar bases de datos ecológicas actuales como *proxy* de referencia para estudios arqueológicos, no teniendo en cuenta las modificaciones ecológicas que puedan haberse producido en el lugar de estudio a lo largo de los años, ya sea de manera natural o por acción del ser humano. Esto lleva a interpretaciones poco certeras de los resultados obtenidos de los análisis. De este modo, creemos necesaria la creación de una base de datos de la ecología isotópica regional que valore las variaciones ambientales, naturales y antrópicas, en el espacio-tiempo. Solo después de esto, podrán llevarse a cabo interpretaciones arqueológicas. Es decir, se propone la creación de un mapa isotópico, también conocido como 'isoscape', pero con base arqueológica.

Hemos estructurado este trabajo en tres apartados principales. En primer lugar, hacer una revisión de qué se ha hecho en nuestro país desde la introducción de estos

estudios, destacando la poca atención que la problemática que presentamos ha recibido. En segundo lugar, creímos necesario plantear la estrategia a seguir para hallar solución a esta cuestión, seleccionando el espacio y tiempo tras haber considerado las variables que modifican la distribución de los isótopos estables en las cadenas tróficas, para realizar así un ‘isoscape’ arqueológico, utilizando como base estudios realizados en otros países. Por último, llevar a cabo una selección de yacimientos que presenten las características adecuadas y estén lo suficientemente bien estudiados como para ofrecer muestras y datos suficientes para crear nuestra base de datos.

El abanico de posibilidades que ofrecen estos estudios es muy amplio si se desarrollan correctamente. Por ello, creemos que es muy necesario que los arqueólogos profesionales de nuestro país abran los ojos y comiencen a formarse en geoquímica y ecología, así como que se den grandes esfuerzos por parte de las instituciones para formar a las nuevas generaciones y abrir proyectos ambiciosos para generar bases de datos arqueológicas que nos resulten útiles para arrojar datos e interpretaciones rigurosas tras los análisis.

2. LOS ISÓTOPOS ESTABLES Y SU APLICACIÓN EN NUESTRO PAÍS

Los análisis de isótopos estables han demostrado ser una de las herramientas más útiles de las que disponemos actualmente para los estudios de paleodietas y movimientos de población en la antigüedad, sobre todo si se combinan con otro tipo de técnicas que se engloban dentro de los análisis bioarqueológicos o los estudios genéticos, entre otras. Estos surgieron en la década de los ochenta, cuando comenzaron a publicarse los primeros estudios sobre $\delta^{13}\text{C}$ (Van der Merwe & Vogel, 1978; Tauber, 1981; Chisholm *et al.* 1982) para determinar la ingesta proteica en las paleodietas (distinguiendo entre origen terrestre o marítimo, y el consumo de vegetales con distintos mecanismos fotosintéticos: C3, C4 o CAM), así como los trabajos sobre $\delta^{15}\text{N}$ (DeNiro & Epstein, 1978; 1981) para estudiar el escalón que ocupa un organismo dentro de la cadena trófica. Con el paso del tiempo, las técnicas han ido perfeccionándose y se han incluido en los estudios un mayor número de isótopos como el oxígeno o el estroncio (Panarello *et al.* 2006-2009: 116). Con todo, este texto no pretende explicar ni los fundamentos que rigen los estudios de isótopos estables, ni mostrar el desarrollo que ha tenido en el panorama mundial, pues ya se han llevado a cabo numerosos estudios que tratan en profundidad estas temáticas (siendo recomendable la consulta de las siguientes obras: DeNiro, 1987; Ambrose, 1991; Brito, 2001; Tykot, 2004; Binford, 2007;

Katzenberg, 2008; Redondo, 2008; Panarello *et al*, 2006-2009; entre otras). No obstante, sí que creemos apropiado presentar qué es lo que se ha hecho en nuestro país desde que se implantaron estos estudios.

En España, estos análisis no fueron acogidos ni tan rápido, ni con tanta fuerza como lo hicieron en nuestros países vecinos o al otro extremo del atlántico. No obstante, existen algunas regiones que podríamos considerar ‘adelantadas’ en la introducción de estos estudios, como es el caso de la región cantábrica.

Los primeros análisis de isótopos estables en España fueron realizados en el año 1996, concretamente en esta región que acabamos de mencionar. Estos vinieron de la mano del geólogo Henry Schwarz y terminaron englobándose dentro de un proyecto dirigido por David Lubell desde la Universidad de Alberta, Canadá (quien ya se había encargado de investigaciones en la península ibérica, concretamente estudiando el mesolítico en el centro de Portugal), bajo el nombre “Poblaciones prehistóricas tardías del mediterráneo occidental y la fachada atlántica de Europa” (Arias & Fano, 2005: 184). Con este proyecto se buscaba hallar respuesta a cuestiones sobre la importancia de los recursos marítimos en la dieta durante el mesolítico europeo, comparando datos isotópicos provenientes de distintas regiones. Como vemos, el primer acercamiento a los isótopos estables dentro de nuestro país, ni siquiera vino de la mano de un proyecto autóctono, sino externo. No obstante, en el año 2005, dos investigadores de la Universidad de Cantabria vinieron a presentar los resultados de ese primer proyecto y a anunciar que habían tomado más muestras para poder ofrecer respuestas más certeras a cómo debió ser la evolución diacrónica de la dieta en la región cantábrica, no solo en el mesolítico sino incluyendo otros periodos (Arias & Fano, 2005: 174-184).

En el marco de este primer proyecto fueron analizadas un total de quince muestras, aunque de algunas no pudo extraerse el colágeno suficiente para conseguir los resultados esperados (Arias, 2005: 360). Además, como habíamos mencionado, se ampliaron las muestras analizadas en la región, añadiéndose otros 27 valores de $\delta^{13}\text{C}$ procedentes de comarcas costeras de Cantabria, Asturias y País Vasco (2005: 368-9). Con la suma de estos datos se pudieron extraer conclusiones muy interesantes sobre la territorialidad y la dieta de estas poblaciones en el paso del Mesolítico al Neolítico, aunque seguían estando limitados por el número de muestras, el cual debería ser mucho mayor para que pueda ser representativa de una población de manera ‘fiable’.

Asimismo, este mismo año tuvo lugar el primer trabajo que involucraba los isótopos estables en las Islas Baleares (Van Strydonck *et al.* 2005) y tenía como finalidad obtener información sobre la economía alimentaria de las sociedades prehistóricas en el contexto balear; es decir, sus estrategias de subsistencia desde su ocupación en el Neolítico. Para ello se contó con un número de muestras bastante elevado para ser en una época en la que estas técnicas daban sus primeros pasos en nuestro país. Probablemente, gracias a que se trató de un proyecto externo (534-537).

Paralelamente, el primer trabajo que involucró análisis isotópicos en el levante peninsular se enmarcó en el Programa Marie Curie y tuvo lugar en la primera mitad del año 2006 (García-Guixé, Richards & Subirá). Este proyecto seguía también esa ola de estudios europeos que investigaban la dieta durante el paso del Mesolítico al Neolítico en el continente, enfocándose en la vertiente mediterránea. Para este trabajo, fueron analizados nueve individuos adultos y cinco restos de bóvidos. Así, lograron sacar ciertas conclusiones sobre la dieta de estas poblaciones, aunque se encontraron con el mismo problema que se estaba dando en la región cantábrica, un número de muestras muy reducido que provocaba resultados muy limitados (554).

Como podemos ver, 2005 fue un año clave en el desarrollo de estos análisis en el ámbito nacional, pues en él no solo se forjó el primer proyecto autóctono que buscaba sacar partido a las posibilidades de los análisis isotópicos (Arias, 2005: 371), sino que, además, fue también el año en que se comenzó a trabajar esta temática en otras regiones que podríamos considerar adelantadas, como la Comunidad Valenciana o las Islas Baleares. Son los investigadores de estas regiones los que más han hecho crecer a lo largo de estos años el, por lo general, escaso *corpus* de datos isotópicos en nuestro país. De entre estos, consideramos apropiado destacar los numerosos trabajos realizados por autores como Pablo Arias en la región cantábrica (2005; Arias & Fano, 2005; Arias & Schulting, 2010;) o D. C. Salazar García en el levante peninsular (Salazar García, 2009; 2011 a; 2012; 2014 a; 2014 a; 2014 b; 2016 a; 2016 c; 2017; Salazar-García *et al.* 2010; 2016 b), además de otras obras como (Van Strydonck *et al.* 2005; Guixé *et al.*, 2006; Fuller *et al.* 2010; McClure *et al.*, 2011; Salazar-García, 2011 b; Nehlich *et al.*, 2012; García-Borja *et al.*, 2013; Alexander *et al.*, 2015; etc.). Podríamos considerar a estos como los pioneros y principales defensores de este tipo de estudios en nuestro país. No obstante, con el paso de los años, estos trabajos han ido también aceptándose e incluyéndose en los estudios de otras regiones.

Un claro ejemplo de esto lo encontramos en los trabajos realizados en la fachada mediterránea y sur peninsular, destacando entre ellos los realizados por Díaz-Zorita (2011; 2014; 2017; 2018 & 2019), Sánchez (2014), Waterman (*et al*, 2017), Esparza (*et al*, 2017), Salazar-García (2018) o Molina (*et al*, 2019; 2020), entre otros. Así mismo, también han cobrado importancia en la meseta central y algunos lugares del norte peninsular, como podemos ver en las obras de García-Guixé (2009), Salazar-García (2013 b), Fontanals Coll (*et al*, 2015 a; 2015 b), López Costas (*et al*, 2015), Alt (*et al*, 2016), Teresa Crespo (*et al*, 2016), o Esparza (*et al*, 2017), por nombrar algunos.

Con la lectura de estos artículos podemos comprobar que el avance de los isótopos estables en nuestro país ha sido lento. Aunque es cierto que en los últimos años se ha incorporado una mayor variedad de isótopos a los estudios y los principales investigadores han comenzado a tratar cuestiones importantes para el desarrollo de la disciplina, la mayoría de los ensayos se limitan a mostrar resultados de estudios concretos, sin pararse a reflexionar sobre qué hacemos mal y cómo podemos corregirlo. Poco se ha hablado, por ejemplo, de la necesidad de contar con bases de datos que reflejen de ecología isotópica de la época y región que estemos estudiando para poder extraer conclusiones fiables de los análisis. Por lo general, y salvo en casos puntuales (Cuello, 2018), esto suele pasarse por alto o se menciona fugazmente en la literatura científica de nuestro país. Este es, precisamente, el motivo por el que nace la investigación que aquí presentamos, pues creemos necesario que la arqueología española despierte y atendamos cuestiones que, aunque son muy básicas, condicionan el desarrollo y afianzamiento de la disciplina.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO: NECESIDAD DE IMPLEMENTAR UNA ECOLOGÍA ISOTÓPICA DE BASE REGIONAL PARA ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS

Por supuesto, para avanzar como disciplina creemos necesario detectar cuales son los problemas a los que nos enfrentamos y los errores que estamos cometiendo para poder así buscar soluciones que nos permitan progresar. En este trabajo intentamos precisamente esto, detectar lo que creemos que es uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la arqueología española actualmente, y plantear el camino a seguir para solucionarlo. No obstante, antes de abordar de lleno esta cuestión, debemos hacer referencia a un par de términos que permitirán entender con mayor claridad a qué nos referimos: la ‘ecología del paisaje’ y, más concretamente, la ‘ecología isotópica’.

Por ‘ecología del paisaje’ se entiende una subdisciplina de la ecología y la geografía que, *grosso modo*, estudia los procesos ecológicos teniendo en cuenta dos variables: la escala espacial y la temporal. Entre estos procesos son susceptibles de estudio las relaciones de los individuos con el entorno, la distribución y flujo de la energía, los materiales en el ambiente y la influencia de estos en la distribución de los elementos en el paisaje. En definitiva, se estudia cómo funcionan los ‘mosaicos’ del paisaje y cómo afectan a los fenómenos ecológicos (Etter, 1991; Troll, 2003; Aguilera, 2006). En cuanto a la ‘ecología isotópica’, esta puede ser entendida como la distribución natural de los valores isotópicos de las diferentes especies tanto animales como vegetales en el ambiente, cuyo conocimiento permite establecer las relaciones de naturaleza trófica de un ecosistema (Tessone, 2010: 2).

Ha sido ampliamente comprobado y defendido que para poder llevar a cabo interpretaciones arqueológicas a través de los isótopos estables es necesario reconstruir previamente esta ecología isotópica adecuada al marco espacial y temporal elegido para estudio, pues las condiciones climáticas y geográficas particulares influyen sobre los valores de suelos y plantas, base de la cadena trófica (Barberena, *et al.* 2009: 2666; Tessone, 2010: 2-9; Gil, *et al.* 2012: 141; Gómez, *et al.* 2013: 268; Makarewicz & Sealy, 2015: 149; Makarewicz, 2016: 194-198; Grandal-D’Anglade & Vidal, 2017: 95; Salas & Jiménez-Brobeil, 2020: 148).

En definitiva, estos estudios demuestran que la comparativa entre la base de datos creada y los resultados obtenidos de los análisis de los restos óseos estudiados es lo que permite interpretar las variaciones isotópicas y extraer conclusiones sobre dieta o movilidad. Esto se basa en que las especies que habitan zonas geográfica y geológicamente distintas presentan diferentes registros isotópicos (Cerling, *et al.* 2003: 12). Así, se entiende que el uso de valores modernos y procedentes de regiones ecológicamente distintas para realizar interpretaciones, como se ha hecho en numerosas ocasiones, solo lleva a que estas sean poco fiables e imprecisas (Gil, *et al.* 2012: 141; Balsera, *et al.* 2016: 338). Por supuesto, para hacer esto correctamente, es necesario invertir tiempo, esfuerzo y dinero para analizar gran número de muestras animales y vegetales que permitan entender las relaciones isotópicas, yendo mucho más allá del análisis de unos pocos huesos como se ha hecho en numerosos estudios (Makarewicz & Sealy, 2015: 149).

Como vemos, la importancia que tiene la reconstrucción de la ecología isotópica regional para los estudios arqueológicos es algo sobre lo que se ha trabajado bastante en países anglosajones y algunos latinoamericanos como es el caso de Argentina. No obstante, la arqueología española ha decidido, por un motivo u otro, pasar por alto esta cuestión. En el mejor de los escenarios, los resultados procedentes de los análisis son interpretados mediante su comparación con bases de datos ecológicas actuales que ofrecen poca precisión al no ajustarse a la realidad espacio-temporal de la muestra estudiada. Además, hemos de tener en cuenta que vivimos en un territorio que no ha sufrido pocos cambios con el paso del tiempo, tanto por motivos naturales como por acción antrópica. Cambios climáticos, en la fauna, precipitaciones, sobrepastoreo, talas masivas, introducción de especies exógenas o el famoso ‘efecto Sues’ son tan solo algunas de las muchas variables que habría que considerar en nuestro país, como desarrollaremos más adelante.

Este trabajo no pretende ser la solución definitiva, pues eso ocuparía un proyecto a gran escala del que podrían salir varias tesis doctorales. No obstante, presentamos una propuesta que pueda servir como los inicios de ese proyecto de generación de *isoscapes* arqueológicos en nuestro territorio nacional. Bases plenamente arqueológicas que valoren las peculiaridades espaciales, temporales y ecológicas de nuestro territorio, creadas con muestras procedentes de yacimientos bien estudiados. Solo así podremos ser precisos a la hora de extraer conclusiones de los análisis, poniéndonos, por fin, a la altura de otros países que nos llevan años de ventaja.

4. METODOLOGÍA Y ESTRATEGIA QUE SEGUIR

Creemos que es muy importante definir una estrategia clara para la creación de nuestro *isoscapes* arqueológico, en la que se determinen cuáles son las variables que hemos de tener en cuenta para su correcta elaboración.

En primer lugar, es necesario restringir los isótopos que van a ser incluidos en la ecología isotópica. Son numerosos los distintos isótopos que pueden ser utilizados en estudios arqueológicos actualmente, siendo analizados unos u otros dependiendo de las cuestiones a las que se pretenda hallar respuesta. Por ejemplo, los isótopos de carbono y nitrógeno se estudian para entender las paleodietas, así como los isótopos de oxígeno y estroncio para movimientos de población, entre otros. Hemos decidido que nuestro trabajo va a estar enfocado en los isótopos de carbono y nitrógeno para paleodietas,

pues creemos que abarcar más variedad sería demasiado pretencioso para nuestro proyecto. Además, para isótopos de oxígeno es bien conocido que existen laboratorios que ya se encargan de estudiar su huella en aguas antiguas por cuestiones paleoclimáticas, que, si bien no se hace con fines arqueológicos, podrían aunarse los datos en un proxy que nos fuera de utilidad (comunicación verbal de Augusto Tessone, además de Kazimierz & Gondiantini, 1990: 13-14), considerando más útil para la comunidad que trabajemos con ^{13}C y ^{15}N . Por otra parte, ya se están generando algunos estudios de *isoscapes* de estroncio biodisponible en nuestro país (como, por ejemplo: Cuello, 2018), además de algunos proyectos activos que aún no han sido publicados (Comunicación verbal de Carlos Salazar-García).

En segundo lugar, hoy sabemos, gracias a diversos estudios que lo han defendido a lo largo de estos años, que las variaciones ecológicas en el espacio y tiempo son de gran importancia a la hora de reconstruir ecologías isotópicas (Pj: Barberena, *et al.* 2009: 2667-2673). Así, queda bastante claro que es necesario comprender y tomar en consideración estas variables en la escala espaciotemporal para poder diseñar un muestreo que se adecúe a las necesidades de la investigación que se vaya a realizar (Tessone, 2010: 16). Esto nos ha obligado, una vez hemos decidido nuestro marco espacial y temporal, a pensar detalladamente cuáles son las variables concretas que pudieron afectar a la distribución isotópica en el lugar y época que pretendemos estudiar.

Como mencionamos, estas variables ecológicas que modifican el ^{13}C y el ^{15}N han sido estudiadas a lo largo de las últimas décadas, destacando recientes estudios en el que se trataron de cuantificar las condiciones y circunstancias que alteran los valores isotópicos a partir de restos animales y humanos. Estos, de no ser considerados, supondrían una interpretación sesgada de la ‘realidad’, siendo necesario comprender profundamente las dinámicas isotópicas antes de lanzarse a interpretar (Tessone, 2010: 16-23; Makarewicz & Sealy, 2015: 148; Salas & Jiménez-Brobeil, 2020: 149-151). Gracias a estos estudios, podemos decir que se deben considerar las siguientes variables: composición del suelo, pluviosidad, temperatura, humedad, ganadería, deforestación, revolución industrial, etc. No obstante, hay que tener en cuenta que la movilización de las cadenas tróficas de los isótopos estables del carbono y nitrógeno se producen de manera independiente y, por tanto, las variables que afectan a cada uno son distintas, por lo que debemos referenciarlas por separado (Tessone, 2010: 16).

Antes de entrar en materia, es importante que conozcamos las fuentes primarias a través de las cuales las plantas fijan estos isótopos de carbono y nitrógeno. En el caso del carbono, este es fijado a través del CO₂ atmosférico, mientras que el nitrógeno, por su lado, cuenta con dos fuentes primarias para su obtención, el nitrógeno atmosférico y el nitrógeno inorgánico disponible en el suelo (Tessone, 2010: 17-18). Esto lo iremos explicando más en profundidad al hablar de las distintas variables.

a) Variables que afectan a la distribución del carbono.

Como las plantas absorben carbono de la atmósfera parece lógico pensar que los cambios que modifican su concentración en la atmósfera terrestre han de ser considerados. Y es que ciertamente, los niveles de CO₂ en atmósfera no se han mantenido constantes con el paso de los años. Actualmente el valor de esta fuente primaria es $\delta^{13}\text{C}$ -8‰, mientras que antes de la revolución industrial su valor fue de $\delta^{13}\text{C}$ -6'5‰ (Tessone, 2010: 17-18). Como bien explica Augusto Tessone en su tesis doctoral, la quema de combustibles fósiles y la destrucción de biomasa provocadas por la revolución industrial modificó tanto la concentración de CO₂ como su composición isotópica. Esta diferencia entre los valores actuales de CO₂ atmosférico y los pasados ha sido denominado 'Efecto Suess' y ha sido estudiado gracias al análisis de aire atrapado en hielos árticos, celulosa de plantas C₄ y en los últimos años por mediciones directas sobre el CO₂ atmosférico. Esto se ha intentado solucionar confeccionando un factor de corrección de 1'5‰. No obstante, en estudios recientes se ha cuestionado la utilidad de un factor de corrección único (Tessone, 2010: 17-18), lo cual comprometería severamente la utilización de muestras modernas para reconstruir la ecología isotópica en tiempos pasados.

También hemos de considerar la vía fotosintética mediante la cual las plantas fijan el CO₂ atmosférico, existiendo tres: C₃ (sobre todo los cereales), C₄ (maíz, caña de azúcar, mala hierba grama, etc) y CAM (crasuláceas). Es de gran importancia porque los fraccionamientos que producen estas vías al asimilar carbono son distintos (Tessone, 2010: 19-20). La vía más frecuente en los ecosistemas terrestres es la C₃, y más aún en un país como el nuestro que carece de clima tropical. Estas fijan el carbono a través del llamado 'ciclo de Calvin' y presentan unos valores con un amplio rango dependiendo de diversas variables ambientales como la disponibilidad de luz, la temperatura o la abundancia o escasez de agua, entre otros. Por esto mismo, dichas variables han de tenerse en consideración, una vez más, para nuestro muestreo.

Pero, además, lo que nos interesa de esto es que hoy en día se consumen en nuestro país plantas C4 que fueron introducidas desde América y que han modificado la dieta, afectando, por ende, al registro isotópico de los consumidores. Por este motivo, parece prudente que las muestras animales sean también tomadas de restos antiguos para la generación de nuestro *isoscape* arqueológico.

b) Variables que afectan a la distribución del nitrógeno

Como hemos mencionado previamente, las plantas cuentan con dos fuentes primarias de obtención de nitrógeno: el nitrógeno atmosférico y el inorgánico disponible en el suelo. El primero presenta un valor cercano a 0‰, mientras el segundo suele tener un valor más enriquecido, dependiendo del ambiente. El uso de una fuente u otra depende del tipo de planta: N fijadoras y no fijadoras, siendo esta última categoría la más abundante. Así, el nitrógeno existente en el suelo es clave para comprender la productividad de las plantas en los ecosistemas terrestres. Y entender las variables que modifican su abundancia, es crucial para nuestra investigación.

Ya en el año 1991 se afirmaba que el registro de nitrógeno de suelo, plantas y animales estaba relacionado con el hábitat y las variaciones en el clima (Ambrose, 1991: 312). Y la verdad es que los estudios recientes parecen confirmar estas afirmaciones (como se muestra en Makarewicz & Sealy, 2015: 148), pues la morfología del suelo está directamente relacionada con las propiedades que obtienen las plantas que crecen en ese suelo, siendo así que suelos diferentes pueden suponer registros isotópicos distintos en los elementos de consumo y, por ende, en los consumidores. Hoy sabemos que factores como la pluviosidad y la temperatura pueden afectar al registro de N de ese suelo, pues regulan las ganancias y pérdidas del N. Ha sido demostrado que tanto la escasez de lluvias como las altas temperaturas favorecen la aridez del suelo y con ello, una pérdida de nitrógeno mediante procesos biogeoquímicos como la volatilización de NH₃ (amoníaco) y la desnitrificación, además de que la materia orgánica no se descompone de manera eficiente en compuestos nitrogenados sobre esta superficie. No obstante, aunque parezca contradictorio, la molécula que se evapora siempre tenderá a ser la más ligera, es decir, el ¹⁴N, generando este suelo pastos empobrecidos en ¹⁴N, pero, a su vez, favoreciendo el fraccionamiento que enriquece el suelo con el isótopo pesado ¹⁵N. De esta manera, los herbívoros que se alimentan en zonas donde la pluviosidad es inferior a 400 mm al año tienden a presentar unos valores elevados de ¹⁵N, asemejándose incluso a los registros propios de dieta marina (Salas & Jiménez-

Brobeil, 2020: 148). Como vemos, la diferente composición del suelo, la pluviosidad, la temperatura y, por ende, los niveles de humedad son factores que de no ser valorados podrían suponer interpretaciones erróneas (para más profundidad sobre estos procesos de pérdida y ganancia de nitrógeno consultar Tessone, 2010: 18).

Por otro lado, afectando a las dinámicas de ambos isótopos, no solo hay que tener en cuenta las variables naturales sino también aquellas que son de origen antrópico. En aquellos lugares en los que la mano del hombre ha modificado las características naturales del ecosistema también se producen cambios significativos, sobre todo con el desarrollo agrícola y ganadero que se ha dado en las últimas décadas, pero también con las grandes deforestaciones e incendios. Un claro ejemplo lo encontramos en el abono de los campos de cultivo, que modifican no solo la composición química del suelo (sobre todo los valores de Nitrógeno) sino también el registro isotópico de los animales que consumen lo que sale de él, sumándose a la alteración del comportamiento y alimentación natural de los animales provocada por el pastoreo y la comida proporcionada por el humano de manera controlada (Makarewicz & Sealy, 2015: 148). En definitiva, la ganadería supone una modificación del registro isotópico de los animales, pues sus estrategias de cría alteran los periodos de nacimiento, la salud, condiciones físicas del animal y, por supuesto, la alimentación (Makarewicz, 2016: 196). De este modo, podemos pensar que el utilizar registros animales actuales muy modificados por estas prácticas puede suponer un error a la hora de estudiar una época en la que los animales interactuasen de manera mucho más libre con el ambiente.

c) Otras consideraciones

Un factor que también habría que valorar es el proceso de asimilación de carbono y nitrógeno por parte de las especies animales presentes en la época y lugar de estudio. Esto es debido a que las interpretaciones paleodietarias se realizan sobre lo asimilado por los tejidos y no directamente por lo consumido. Según la especie, su sistema digestivo, la dieta o la salud del animal, entre otros factores, pueden producirse variaciones en la asimilación de los isótopos (Tessone, 2010: 23). Por esto, convendría determinar cuáles son las especies que se encontraban en el ‘menú’ para poder diseñar un muestreo en condiciones, escogiendo para el mismo, individuos sanos.

Como hemos podido intuir en los párrafos previos, hay dos momentos clave a tener en cuenta para comprender las fuentes de variabilidad de los isótopos en circulación por

las cadenas tróficas: el momento de la fijación de los isótopos por parte de las plantas y el fraccionamiento de los componentes de la dieta por parte de los herbívoros, omnívoros y carnívoros, incluyendo, por supuesto, al humano como consumidor final.

Con todo esto, algo que no debemos pasar por alto es que vivimos en un país en el que los cambios han sido numerosos con el paso de los años. Los cambios en el clima, vegetación, fauna, precipitaciones, sobreexplotación del campo y talas de bosques han sido abundantes, provocando variaciones en los registros de carbono y nitrógeno en el ambiente. Además, no podemos olvidarnos de la introducción de especies vegetales C4 procedentes del continente americano que han modificado en parte nuestra dieta, así como también el famoso ‘Efecto Suess’ provocado por la revolución industrial, por el cual aumentaron los índices de carbono atmosférico. De hecho, existen estudios que afirman que la actividad humana ha dejado huellas significativas desde incluso antes del Holoceno en todo el mundo, pero que estas se han visto claramente intensificadas con la revolución industrial y tecnológica que tiene lugar desde mediados del siglo XX. Esto ha sido así hasta tal punto que se ha debatido sobre el reconocimiento de una nueva época que sucedería al Holoceno, conociéndose como Antropoceno. Entre sus características encontraríamos: aceleración de la erosión y desertificación, creación de presas o puertos que alteran los procesos de sedimentación fluvial, la perturbación química de los ciclos de carbono, nitrógeno y fósforo, cambios en el clima y paisajes, entre otros (Silva, *et al.* 2017: 133-134). Por ello, creemos que carece de sentido pensar que muestras actuales puedan servir para arrojar resultados fiables a las interpretaciones arqueológicas.

En nuestra opinión, lo primero debería ser elegir un marco espacial y temporal en función de las necesidades de la investigación que se pretenda realizar. Quedando esto claro, lo siguiente debería ser valorar cuales son los cambios que se han producido entre la actualidad y el momento que pretendemos estudiar, pudiendo diseñar así un muestreo que tenga en cuenta los factores de cambio y sea útil para las interpretaciones arqueológicas. Finalmente, para este muestreo, necesitamos crear un mapa que relacione yacimientos bien excavados y que abarquen una amplia cronología que nos permita obtener las muestras necesarias para elaborar nuestra ecología isotópica de base arqueológica. Con esta finalidad, debemos estudiar las diferencias morfoestructurales del terreno y todas las variables que hemos mencionado gracias a estudios de

paleoclima o los datos que ofrecen los mapas del IGME, entre otros recursos, como veremos en el siguiente apartado.

5. PUESTA EN MARCHA DE LA ESTRATEGIA: SELECCIÓN DE ESPACIO-TIEMPO Y PRINCIPALES DIFERENCIAS CON LA ACTUALIDAD

a) Marco espacial

Una vez tenemos claro lo definido en el apartado anterior, llega el momento de tomar decisiones en cuanto al espacio que hemos de abarcar en nuestro estudio. Esto, realmente, responde más a nuestras necesidades como investigadores que a la investigación *per se*. Con esto queremos decir que elegimos un espacio que nos resulta ‘familiar’ y cercano a nosotros territorialmente con el fin de facilitarnos el contacto con los yacimientos arqueológicos y una posible futura toma de muestras. No obstante, somos conscientes de que lo ideal y conveniente sería que, con el tiempo, el espacio en el que se crease esta base de datos fuese ampliado hasta abarcar todo el territorio nacional.

De esta manera, planteamos una extensión de unos 200 km de radio que abarca generalmente el sur de la meseta, incluyendo Madrid, sur de Ávila y Salamanca, Extremadura y Castilla la Mancha hasta llegar a Sierra Morena. Tras la elección de un espacio, que, aunque no es para nada reducido, puede resultar abarcable, el siguiente paso lógico fue estudiar cuáles son las principales unidades morfoestructurales dentro de este terreno. Con estas unidades, nos referimos, básicamente, a conjuntos de relieve que comparten características litológicas por haber experimentado una evolución geológica semejante y, consecuentemente, son isotópicamente más uniformes de manera natural.

Existen muchos mapas geológicos peninsulares en los que se muestran unidades morfoestructurales. Sin embargo, lo hacen de una manera muy poco detallada. Estos mapas están creados principalmente para estudios de secundaria y geólogos aficionados. Nosotros, por el contrario, quisimos ir mucho más allá de esta descripción tan generalista y, para ello, recurrimos a la cartografía geológica publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Seleccionamos los mapas geológicos a escala 1: 200.000 correspondientes al territorio que escogimos (hojas 43, 44, 45, 51, 52, 53, 59, 60, 61, 68, 69 y 70) y generamos un mosaico con ellos (Figura 1).

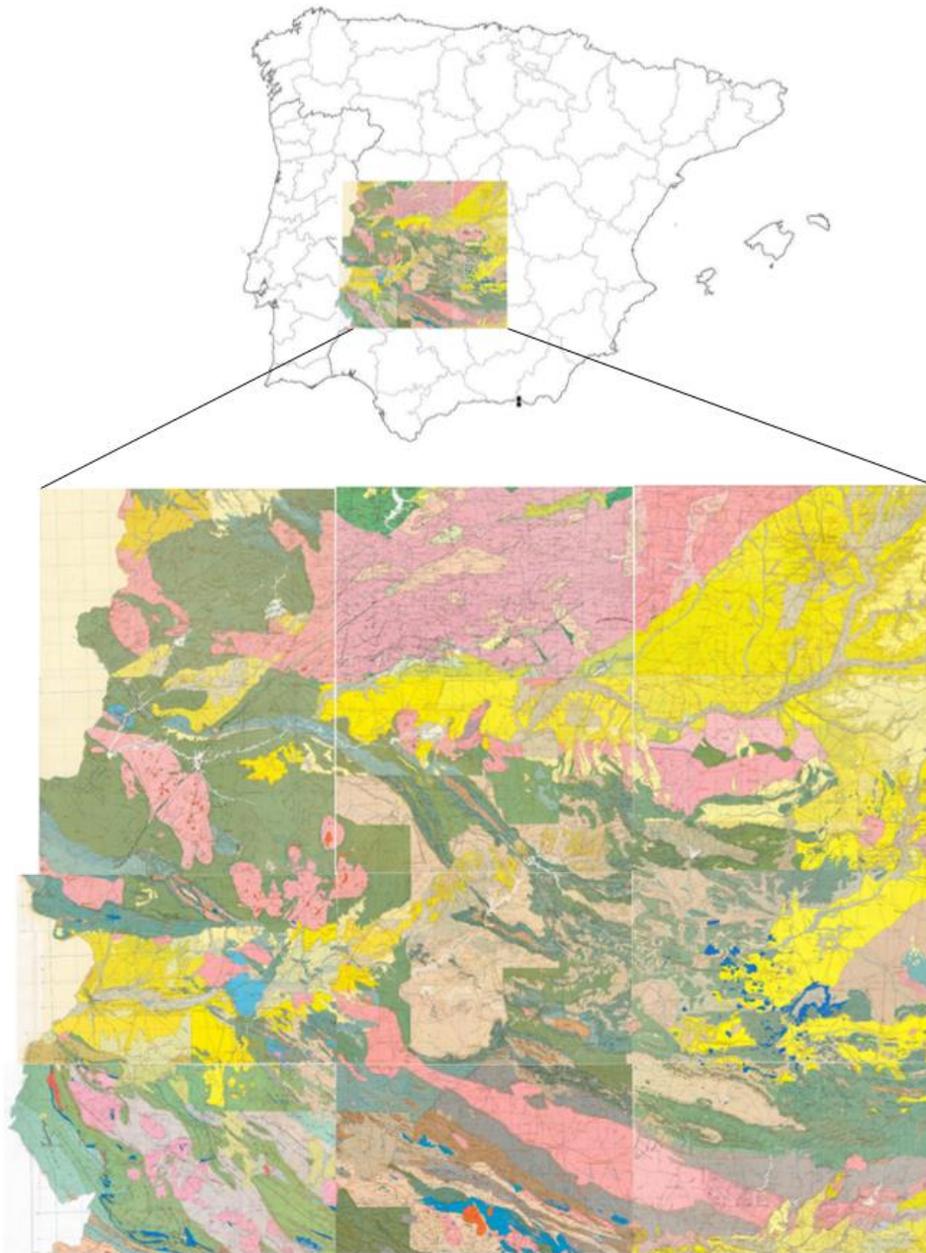


Figura 1. Mosaico de mapas geológicos a escala 1: 200.000 extraídos del IGME. Realización propia.

Como podemos ver si ampliamos a detalle, la variedad litológica es bastante amplia y en ocasiones acaban mezclándose entre ellas. Por esto, hemos de ser cuidadosos al caracterizar los principales grupos morfoestructurales. Para esto nos ayudamos de los esquemas morfoestructurales que acompañan a cada una de las hojas del IGME, permitiéndonos plasmar estos grupos en un mapa que finalmente nos serviría para la selección de yacimientos dentro de cada uno de ellos (Figura 2). Es importante caracterizar lo mejor posible estas unidades básicas para que la selección de yacimientos sea correcta, esperando que puedan presentar variabilidad isotópica debida a esta variación en la composición química del terreno.

Hemos tratado de simplificar mucho el mapa, pues no tiene sentido que hagamos una capa para cada material concreto, sino que lo que buscamos son zonas más o menos homogéneas desde el punto de vista químico. Por esto, como podemos ver en la Figura 2, hemos creado cuatro capas con colores diferenciados que, aunque describiremos a continuación, se resumen en: rocas ácidas, materiales precámbricos, primarios y terciarios.



Figura 2. Simplificación de las unidades o grupos geoquímicos descritos en el texto. Realización propia.

La capa color rosa corresponde con las rocas ácidas caracterizadas en los mapas del IGME. En ella se agrupan distintos tipos de granitos, gneis y granodioritas. Su presencia es bastante notoria en casi todo nuestro plano, salvo en el sector centro-oriental. El color naranja corresponde con las formaciones más antiguas procedentes del precámbrico, compuestas en su mayor parte por pizarras oscuras, grauvacas, areniscas y conglomerados, entre otros materiales. Nos encontramos con la ausencia total de estas formaciones en la sección norte de nuestro mapa, concentrándose estas sobre todo en la zona central, pero también al sur. El verde le fue asignado a las formaciones primarias (cámbrico, silúrico, devónico, etc.) y su composición es más variada, aunque los materiales más frecuentes son las pizarras, cuarcitas, calizas y grauvacas. Su distribución es bastante uniforme por casi todo nuestro mapa, salvo por el sector

nororiental. Por último, creamos una capa color amarillo para aquellas formaciones pertenecientes al terciario, más recientes. Esta formado por materiales muy diversos y mezclados pero que químicamente son parecidos, destacando las areniscas, conglomerados, rañas, yesos, etc. su presencia se registra prácticamente en todo nuestro mapa, aunque su protagonismo es mucho mayor en la zona madrileña.

b) Marco temporal

Estando ya definidas las unidades morfoestructurales, que son las que dan la variabilidad de contenidos, hay que determinar la variable tiempo atendiendo a los cambios naturales producidos en el ambiente.

Antes de adentrarnos en esto, nos gustaría aclarar que, si la creación de esta base de datos viniese de la mano, como es habitual en otros países, de investigaciones concretas restringidas a un periodo histórico (como puede ser el Calcolítico), se podría usar como referencia para la toma de muestras este periodo temporal. En nuestro caso, por el contrario, si queremos sentar las bases para generar unos primeros *proxys* que sirvan para comparar los resultados de futuros estudios aún sin determinar, necesitamos un marco cronológico más amplio, una escala temporal completamente distinta. Además, hemos de recordar que el Calcolítico, por ejemplo, es un constructo histórico que se define por dinámicas antrópicas y cultura material, en lugar de regirse por fases ambientales o climáticas. Por este motivo, creemos que tiene más sentido para nuestro estudio que delimitemos la variable tiempo atendiendo a distintas fases naturales relacionadas con cambios ambientales o climáticos.

En este sentido, ha sido demostrado que los isótopos ambientales, cuya distribución en la naturaleza depende de las condiciones del ambiente, son uno de los instrumentos más potentes para estudiar las variaciones climáticas y la respuesta a estas por parte del medio (Kazimierz & Gondiantini, 1990: 9). Gracias a estos, se han podido estudiar los cambios climáticos que se han ido produciendo a lo largo de la historia, definiéndose fases climáticas que corresponden a una homogeneidad isotópica.

Todo esto ha sido posible debido al desarrollo de la espectrometría de masas con acelerador, gracias a lo que se han podido detectar bajas concentraciones de isótopos radioactivos ambientales en pequeñas muestras. Son varios los métodos de datación isotópica empleados para delimitar los sucesos climáticos pasados. Aparte del famoso Carbono 14, hoy se utilizan otros radioisótopos con periodos de semidesintegración

tanto mucho más cortos como más largos que el del C14 (Kazimierz & Gondiantini, 1990: 10). Los que más suelen utilizarse son los isótopos pesados de hidrógeno y oxígeno, es decir, el hidrógeno 2 (deuterio) y el oxígeno 18, pues permiten estudiar los cambios provocados por el clima en el ciclo hidrológico, aunque otros como el carbono 13 también son utilizados (para más detalle de cómo y para qué se utiliza cada isótopo, *vide* Kazimierz & Gondiantini, 1990: 9-15). Para esto, los registros lacustres suelen ser los más valiosos.

Existen numerosos autores e instituciones que han dirigido sus investigaciones al clima de la tierra, presente y pasado, sobre todo con la finalidad de poder predecir modelos de cambio climático futuros. Entre ellos podemos destacar algunas publicaciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (ej: Le Treut, H. *et al.* 2007) o libros completos como el de Antón Uriarte (2010), denominado ‘Historia del Clima de la Tierra’. No obstante, estas publicaciones hablan de los cambios que ha habido y cómo se ha llegado a esas conclusiones de manera global, muy general.

Con la intención de conocer los cambios en el clima en la zona que hemos seleccionado a lo largo de la historia, podemos recurrir a estudios de climatología histórica que son cada vez más frecuentes. Por ejemplo, existen estudios que han realizado una reconstrucción paleoclimática y paleoambiental de la península ibérica durante el cuaternario (ej: Alberruche, *et al.* 1995). En este se afirma que existió una cierta homogeneidad climática durante el Cuaternario con un periodo más reciente tendiente a la aridez desde el conocido como ‘Óptimo Climático Eemiense’ hasta la actualidad, pero apuntando que esto no indica que no haya habido una variabilidad climática dentro de un clima mediterráneo (58). No obstante, este estudio resulta demasiado generalista para nuestro proyecto, pues abarca demasiada cronología y es menos preciso de lo que necesitamos.

Existen algunos estudios interesantes que, aunque también puedan resultar generales, ya nos dan información un poco más concreta sobre los últimos miles de años en Europa y en la península ibérica. Por ejemplo, en Silva, *et al.* (2017: 131-132) se nos habla de un ciclo climático que tuvo lugar hace unos 2.800 años (abarcando desde el 800 a. C. hasta el 300 a. C.). Estos autores mencionan que el inicio de este ciclo coincide con el colapso de la Edad del Bronce en el mediterráneo y su fin con el comienzo del dominio de Roma sobre la región mediterránea. Además, apuntan que en

la meseta sur de la península ibérica los asentamientos de las poblaciones del Bronce e ibero-romanos se encuentran separados por fases de aridez relacionadas con estos cambios en el clima.

Más allá de esto, encontramos publicaciones más específicas centradas en la evolución del clima de la península ibérica (Cacho, *et al.* 2010; Giralt, *et al.* 2017). La primera conclusión que se pudo extraer de estos trabajos fue que la península ibérica es particularmente sensible a la variabilidad climática global a diferentes escalas temporales, tanto en lo referente a episodios glaciales-interglaciares como a cambios producidos en décadas o siglos. Esto, para los autores, demuestra que el sistema climático puede reorganizarse de una manera significativa a escala de generaciones humanas (Cacho, *et al.* 2010: 10), lo que significa que es perfectamente legítimo buscar a estas oscilaciones un significado histórico y/o tratar de acercar estos periodos a los históricos o arqueológicos sin temor a incurrir en un determinismo felizmente superado. Para conseguir una comprensión en detalle de estas condiciones climáticas y su evolución a lo largo de los siglos y décadas son necesarias las reconstrucciones precisas de precipitación y temperatura en el pasado, para lo cual se recurre a diversos archivos naturales como pueden ser los anillos de los árboles (dendrocronología), los registros isotópicos en lagunas y sedimentos marinos o los registros de turberas y espeleotemas de cuevas, entre otros. Además, la geografía de la península ibérica es bastante compleja, con un altiplano central segmentado y bordeado por cadenas montañosas que superan los 2000 m de altitud, lo cual, sumado a la gran presencia de costa, se traduce en cambios norte-sur y oeste-este decrecientes en precipitación y crecientes en la temperatura. Por ello, existen muchos microclimas con gran sensibilidad tanto espacial como temporal en este territorio (Giralt, *et al.* 2017: 5).

En la primera de estas publicaciones se señalaron los últimos 3000 años como particularmente relevantes al poder contrastar los datos paleoclimáticos con registros históricos o incluso instrumentales. En estos años se destacaron tres importantes oscilaciones con fuerte impacto en el ciclo hidrológico conocidos como ‘periodo Húmedo Íbero-Romano’, ‘Anomalía Climática Medieval’ y la ‘Pequeña Edad del Hielo’. No obstante, en la fecha de publicación de este artículo, tan solo el periodo Húmedo Íbero-Romano estaba relativamente bien caracterizado gracias a registros lacustres del sur (laguna de Zoñar) (Cacho, *et al.* 2010: 18). Este periodo fue subdividido en varias fases: una transición desde una fase árida previa hasta una fase de

humedad (650-550 a.C.), fase de elevada humedad (550-190 a. C.), un intervalo árido que engloba el inicio de la época imperial romana (190 a. C. – 150 d. C.) y un periodo húmedo final (150-350 d. C.). También se apuntó a la ‘Anomalía Climática Medieval’ como un periodo relativamente árido.

Hubo que esperar hasta el 2017 para que se caracterizasen estos periodos de una manera algo más profunda y con algo más de detalle en las distintas regiones peninsulares, tratándose de cubrir secciones latitudinales y longitudinales para abarcar múltiples regiones microclimáticas (Giralt, *et al.* 2017: 5). No obstante, y a pesar de que ya existen muchas reconstrucciones tanto marinas como continentales, siguen existiendo lagunas geográficas significativas, siendo una de las más afectadas, la que nosotros estudiamos. En nuestra región de estudio son pocos los datos extraídos, reduciéndose a los estudios realizados sobre los sedimentos de la Laguna Cimera (Sierra de Gredos). Esto no nos permite ser precisos al 100%, sino sólo mostrar datos climáticos aproximados para todo el territorio. Por ello, hemos de ser conscientes de que los datos que vamos a mostrar a continuación tal vez deban ser revisados en un futuro cuando hayan sido analizadas un mayor número de muestras.

En este artículo se estudiaron algo más de dos milenios de la historia climática de la península ibérica, desde el año 250 a. C. hasta la actualidad. Fueron caracterizados varios periodos: el Periodo Romano (250 a. C. – 500 d. C.), la Alta Edad Media (500-900 d. C.), la Anomalía Climática Medieval (900- 1300 d. C.), la Pequeña Edad del Hielo (1300-1850) y el Calentamiento Global (1850 d. C. - actualidad). Especialmente relevantes para nosotros resultan el periodo Romano y el referente a la Alta Edad Media (aunque a esta preferentemente se le denomina Tardoantigüedad), pues ir más allá en el tiempo quizá sea abarcar demasiado y se complique encontrar yacimientos con tanta variabilidad temporal.

En cuanto al Periodo Romano (250 a. C. – 500 d. C.), las reconstrucciones disponibles sugieren un periodo de condiciones climáticas relativamente cálidas de manera generalizada, aunque en la zona central de la península ibérica este periodo muestra alternancia de fases frías y cálidas a escalas de décadas y centurias. En cuanto a la humedad, la zona central de la península muestra también una marcada variación entre fases húmedas y áridas, mientras que en la zona sur predominaban condiciones más húmedas. Como vemos, este periodo termina 150 años más tarde que en la anterior caracterización Ibero-Romana, considerándose estos años como una época de transición

con una reducción de temperaturas hasta alcanzar la siguiente etapa. Por su parte, la Alta Edad Media (500-900 d. C.) presentó también gran variedad climática regional. En cuanto a la temperatura, esta época se caracterizó por unas condiciones generalmente más frías que el periodo anterior, mientras que la humedad en la zona central de la península ibérica fue más variable regionalmente entre condiciones áridas y húmedas, aunque generalmente más secas que en el periodo anterior (Giralt, *et al.* 2017: 6).

Como vemos, para esta reconstrucción hemos partido de estudios de clima antiguo muy básicos y generales que no llegan a reflejar fidedignamente los cambios que hay en la península ibérica con respecto al resto del mundo y, mucho menos, los cambios regionales que presenta nuestra zona de estudio. Por suerte, poco a poco el corpus de estudios paleoclimáticos en el territorio peninsular está creciendo, tanto con el análisis de turberas, como con las series dendrocronológicas y análisis químicos de registros lacustres, entre otros.

Así, hemos intentado realizar una aproximación paleoclimática a un territorio que es muy complicada por la falta de datos. Comenzamos por lo más básico, estudiando publicaciones de paleoclima generales y publicaciones del IPCC (por comodidad y seguridad, pues este se actualiza cada pocos años y en él participan numerosos investigadores de distintas instituciones académicas, además de contar con buena financiación). Pensamos que esto nos proporcionaría un estado de la cuestión al día y bastante sólido. Tras esto, hemos ido seleccionando artículos científicos de reconstrucciones paleoclimáticas centradas en la península ibérica realizadas con métodos muy distintos (dendrocronología, turberas, etc.). No obstante, que afectasen a nuestra zona de muestreo, son pocos los artículos que ofrecen datos para la reconstrucción paleoclimática regional en esta fecha, resumiéndose en dos textos que muestran análisis químicos realizados sobre registros lacustres para el centro y sur peninsular. Hemos tratado de mezclar e interpretar los datos ofrecidos en los distintos trabajos con la intención de que nos puedan servir para nuestro propósito de realizar un *isoscape* y una propuesta de yacimientos de estudio.

Somos conscientes de que lo que estamos haciendo aquí es todavía una propuesta y que en cualquier momento pueden aparecer nuevos estudios más precisos para esta región que cambien los datos. La ciencia funciona de esta manera y es algo de lo que somos conscientes. No obstante, nos vemos obligados a sacar adelante la propuesta con

los datos existentes en este momento, estando abiertos a que cuando se mejoren los datos, también haya que mejorar o adaptar esta propuesta.

En definitiva, con la mezcla de los datos de los que disponemos en la actualidad extraídos de las mencionadas reconstrucciones climáticas hemos creído conveniente delimitar nuestro espacio temporal desde que las condiciones comenzaron a ser plenamente húmedas y cálidas (550 a. C.), hasta que terminó el frío periodo de la Alta Edad Media, dando paso a la Anomalía Climática Medieval (900 d. C.). Es decir, desde el siglo VI a. C. hasta los comienzos del siglo X d. C. Además, debido a las variaciones internas que se nos muestran en esta temporalidad tan amplia, hemos decidido hacer tres subdivisiones (s. VI- II a. C. debido a la alta humedad; s. II a. C. – V d. C. por su clima relativamente cálido y s. V- X d. C. con unas condiciones generalmente más frías).

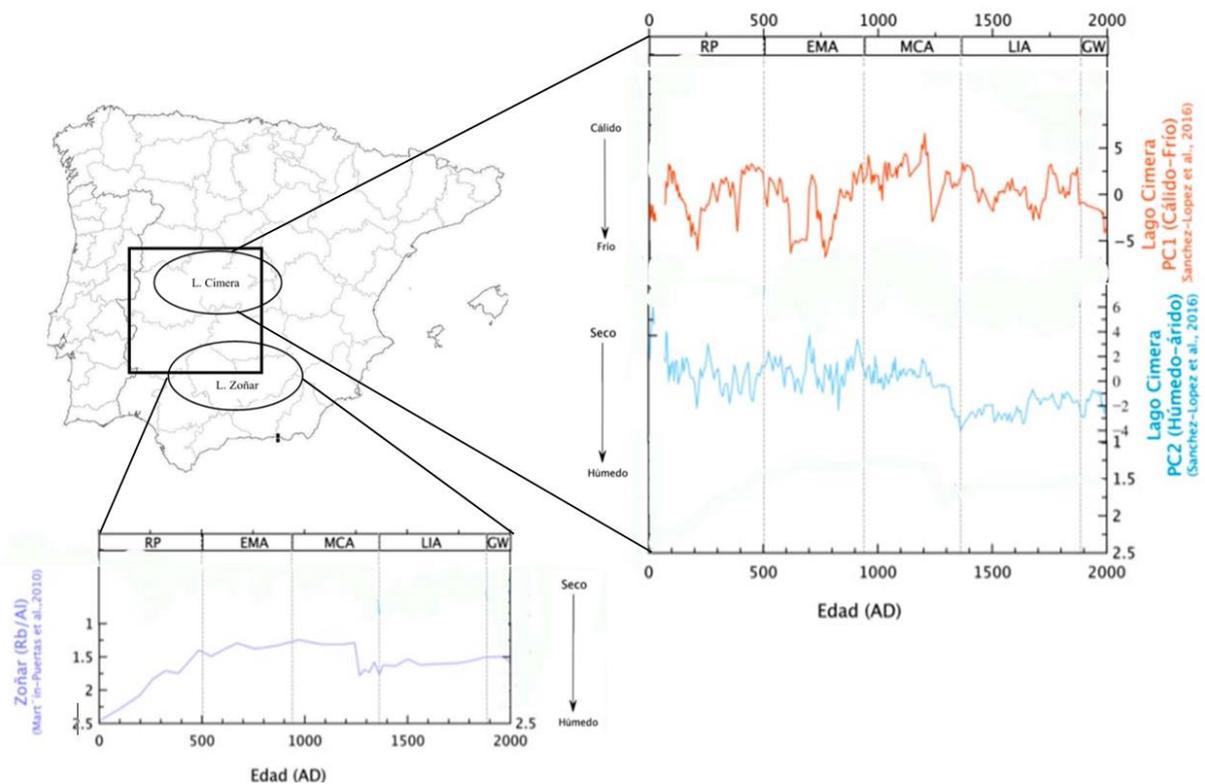


Figura 3. Selección de los registros que muestran la variabilidad de temperatura y humedad en nuestra zona de estudio. Arriba los datos utilizados para reconstruir el clima del centro peninsular procedentes de la Laguna Cimera en Gredos (presentados en Martín-Puertas, *et al.* 2010). Abajo, los datos del sur peninsular procedentes de la Laguna Zoñar (presentados en Sánchez-López, *et al.* 2016). Figura realizada a través de los datos expuestos en los gráficos publicados en Giralt, *et al.* 2017: 6. Los datos se expresan en ‘anomalías’, es decir, lo que se desvían los datos con respecto a una media que es considerada normal o habitual.

c) Modificaciones ambientales en nuestro lugar de estudio

Una vez tenemos definidas nuestras variables espacio y tiempo, hemos de profundizar en los cambios concretos que puede presentar nuestro territorio con respecto a sus condiciones pasadas. Como habíamos mencionado anteriormente, entre las variables que más influyen en las dinámicas isotópicas en el ambiente podemos distinguir las naturales, que generalmente son la temperatura, humedad y precipitaciones, y las de origen antrópico, entre las que destacan el aumento de la actividad ganadera y agricultura, deforestación e introducción de nuevas especies y la industrialización.

En el epígrafe anterior, con la intención de definir la escala temporal, pudimos ver cómo los niveles de temperatura, humedad y precipitaciones han ido modificándose no sólo con respecto a los datos actuales, sino que incluso con el paso de siglos o décadas. Además, durante los últimos 150 años se ha registrado un progresivo incremento de la temperatura y disminución de las precipitaciones como consecuencia de las acciones antrópicas (Giralt, *et al.* 2017: 8). Por esto, ahora queremos hacer referencia a cambios producidos de manera antrópica en este territorio.

Como mencionamos páginas atrás, la antropización del territorio ha modificado sustancialmente el paisaje a lo largo de los siglos, aunque las variables naturales también hayan sido clave en este moldeado. De hecho, existen estudios que han defendido que ya desde el 5000 BP se han podido relacionar en la cuenca del Tajo una degradación de los bosques con la intensificación de las prácticas agro-ganaderas. Parece que la agricultura y la ganadería en este entorno se habría desarrollado sobre campos de acebuches despejados por estas labores, favoreciendo su sustitución por encinas, pastos y claros con cereal (Bosch & Rubio, 2005: 30). En esta línea, los datos históricos, junto con estudios antracológicos, dendrocronológicos y polínicos han servido para estudiar cambios producidos por la acción humana en los bosques a lo largo de la historia en la península ibérica (Carrión, *et al.* 2000: 131). Se han determinado así ciertos hitos relacionados con una reducción de la superficie forestal de nuestro país, destacando la época de dominación romana, las roturaciones sistémicas árabes, la Reconquista y la implantación del Concejo de la Mesta, así como las deforestaciones que acompañaron el reinado de los Austrias. Finalmente, se señala que, aunque existe un notable esfuerzo repoblador desde el siglo XX, este se ha visto frustrado por los arrasadores incendios forestales (como sabemos, en gran parte

provocados). A esto, por supuesto, le tendríamos que añadir las talas masivas con motivos relacionados con la industria

Para concretar más, encontramos un estudio centrado en análisis palinológicos que muestra los principales cambios atendiendo a las distintas regiones de la Península. Una vez más, los registros procedentes de nuestra zona de estudio son escasos, aunque se pudieron extraer conclusiones interesantes (Riera, 2006: 21-23). Dentro de La Mancha fueron estudiados tres enclaves: Villaverde, San Benito y Campo de Calatrava. En el primero se registró una desaparición de árboles caducifolios a partir del 2750 BP, pasando a ser dominantes los carrascales y juníperos. A partir del 1600 BP dominaron los *Quercus*, apartando a los pinares y comunidades herbáceas xerófitas. En general, se documenta una expansión del matorral como consecuencia de la acción humana, con incendios recurrentes. En cuanto a los otros puntos de interés, las carrasclas se expanden a partir del 1700/1600 BP y se atribuye el registro polínico a la formación de dehesas.

En Extremadura, entre 2000 y 1500 BP los sectores occidentales estaban ocupados por carrascales con presencia de *Quercus* y *Juniperus*, mientras que los pinares estaban alejados de estas llanuras y más elevados en las sierras. Se documenta una fase de deforestación entre 1500 y 1100 BP con reducción de pinares en los pisos superiores de algunas sierras. En general, los datos extremeños juntos a los del Sistema Central y la Submeseta Norte indican que la gestión antrópica de las dehesas pudo conllevar que los *Quercus* se expandiesen en las sierras, sobre todo desde el siglo XI d. C. En cuanto a las dehesas, a partir de esta época se ven formadas casi sólo por carrasclas, brezos y jaras. Además, fue un momento en el que parece que tuvo lugar una expansión agrícola en Extremadura, sobre todo de olivos y viñas.

También existen estudios que muestran los principales cambios producidos recientemente. Se han compilado los datos acerca de los cambios de uso del suelo de la península ibérica desde el año 1985 hasta 2015 en un texto muy detallado en el que se señalan como factores importantes la intensificación del uso agrícola y ganadero, el éxodo rural en algunas zonas y la urbanización en otras (Fernández & Corbelle, 2017). A todo esto tenemos que sumarle, como hemos comentado ya anteriormente, la introducción histórica de nuevas especies vegetales o las modificaciones ambientales producidas por la carrera industrial y tecnológica.

Obviamente, no podemos describir y discutir minuciosamente todos los cambios que se han producido natural y antrópicamente en este territorio dentro de un trabajo como es el Trabajo de Fin de Máster. No obstante, sí que queríamos dejar claro que son numerosos los cambios que ha habido y cuales son los principales, con la intención de demostrar que no tiene sentido el uso de una base de datos con registros actuales. Además, saber cuáles son los principales factores de cambio nos ayuda a poder diseñar un muestreo apropiado, como veremos en el apartado próximo.

6. RASTREO Y RELACIÓN DE YACIMIENTOS

Gracias a la información recopilada en los apartados anteriores podemos trabajar en la creación de un muestreo adecuado. Por una parte, sabemos que hemos de considerar la composición geoquímica del suelo, ya caracterizada en grupos morfoestructurales. Por otra, conocemos la importancia de los periodos temporales en función de los cambios de clima, por lo que hemos acotado este estudio a los siglos VI a. C. al inicio del siglo X d. C. (subdividiendo en: s. VI-II a. C. / II a. C. – V d. C. / V- X d. C. en función de las diversas fases ambientales). Pero no solo esto, sabemos que los cambios antrópicos afectan también a los registros isotópicos por lo que conocemos que necesitamos de un yacimiento para que nos pueda ofrecer muestras adecuadas. De este modo, como los bosques y la vegetación ha cambiado con el paso de los años, lo ideal sería un yacimiento con muestras palinológicas bien estudiadas. Además, como la ganadería ha cambiado la manera de alimentarse de los animales y humanos, así como el alimento en sí mismo, es necesario obtener registros tanto animales como humanos contemporáneos al momento que pretendemos analizar. Además, sería también interesante que se hayan realizado estudios arqueofaunísticos sobre ‘lo que había en el menú’, para en un futuro poder determinar qué especies son interesantes para analizar.

Lo idóneo, entonces, sería encontrar yacimientos para cada unidad morfoestructural que abarquen el periodo cronológico ya mencionado y que, además, hayan sido bien excavados y estudiados de manera reciente, con técnicas y metodología moderna. También necesitamos que estos yacimientos tengan secuencias cronológicas muy seguras. Además, deberían contar con estudios de fauna, análisis palinológicos y estudios de restos óseos tanto humanos como animales no contaminados (pudiendo así tomar muestras si no han sido analizados isotópicamente hasta el momento). Con esto, pretendemos elaborar un mapa de yacimientos para plantear la futura recogida de muestras. No obstante, somos conscientes de que encontrar yacimientos que reúnan

todas las características es tarea complicada y casi utópica. Por ello, lo que procuramos, sobre todo, es encontrar yacimientos que tengan ese potencial para poder plantear la toma de muestras, aunque sea a menor escala, y conseguir que entre todos queden el mayor número de variables cubiertas.

Como bien hemos expuesto a lo largo del trabajo, no sólo las unidades morfoestructurales indican posible variabilidad en el registro isotópico, sino que las variables ambientales y climáticas son también muy importantes. Por este motivo, convendría conseguir yacimientos que se encuentren bien distribuidos geográficamente dentro de cada grupo morfoestructural, para así poder representar zonas que climáticamente también pueden ser diferentes. En el listado que mostraremos a continuación hemos optado por exponer sólo aquellos que nos han parecido relevantes para nuestra investigación, excluyendo los yacimientos que, aunque hemos barajado, no han sido suficientemente bien estudiados o no abarcan la cronología que estudiamos. Así, en este apartado vamos a seleccionar y discutir la idoneidad de los yacimientos más relevantes en nuestro espacio.

Para el rastreo de estos yacimientos hemos recurrido a las publicaciones de congresos, reuniones, actas y bibliografía actualizada que recogen las novedades presentadas en los yacimientos y los debates que están teniendo actualmente los investigadores, aquellos que son considerados claves para el entendimiento de algún periodo o fenómeno concreto. Es posible que llame la atención la presencia de yacimientos aparentemente de poca envergadura y poco conocidos, así como la ausencia de algunos yacimientos muy visitados y conocidos. Esto se debe a que priorizamos yacimientos bien excavados, aunque sean pequeños, frente a grandes yacimientos conocidos desde hace muchos años y muy publicitados, pero en los que se ha trabajado con una metodología no precisada o insegura. Necesitamos garantías de que se van a poder tomar de ellos las muestras pertinentes. A continuación, procedemos a elaborar un listado de yacimientos separados por unidades morfoestructurales geoquímicas y cada uno de los tres periodos climáticos definidos anteriormente.

6.1. Selección de yacimientos para el periodo ‘s. VI-II a. C.’

6.1.1. Rocas ácidas



Figura 4. Yacimientos seleccionados para la unidad de rocas ácidas en el periodo ambiental ‘s. VI-II a. C.’.
Realización propia.

a) Castro El Raso de Candeleda

Situado al sur de la provincia de Ávila, limitando con la comarca de La Vera cacereña y en plena Sierra de Gredos, nos encontramos el yacimiento conocido como Castro de ‘El Raso de Candeleda’. Este yacimiento se compone de dos poblados, uno fortificado y otro abierto, así como de una necrópolis y un santuario que han sido excavados desde los años 70 (Fernández, *et al.* 2008: 265; Fernández, 2011). Aunque pueden encontrarse restos de fechas anteriores, este es, en líneas generales, un yacimiento de la Edad del Hierro. Debió estar ocupado desde poco antes de la mitad del primer milenio a. C. pero no debió ser hasta finales del siglo V a. C. cuando su población creció, lo cual puede confirmarse por su extensa necrópolis de incineración. Esta indica que la vida en el yacimiento se desarrolló sin interrupciones ni complicaciones desde finales del s. V hasta el siglo III a. C. Tras esto, con la llegada de Roma el poblado hubo de ser desplazado, amurallado y finalmente destruido allá por el siglo I a. C. (Fernández, F. 1997: 11). A nosotros nos interesa especialmente ese poblado y necrópolis que se desarrollaron entre los siglos V y III a. C. pues son bien conocidos y se enmarcan en nuestro periodo ambiental/climático.

Hemos elegido este enclave arqueológico, pues, a pesar de no haber sido excavado recientemente, es un yacimiento de referencia en el que se ha seguido una metodología correcta, aunque se haya tardado en publicar los resultados de las intervenciones. Además, se cuenta con numerosas tumbas excavadas, de las cuales se han realizado

análisis antropológicos sobre más de 80 (Alcázar & Suárez, 1997a; 1997b) y otras muchas quedaron sin exhumar, ofreciéndonos la posibilidad de recuperarlas con una metodología mucho más moderna y menos contaminante para los restos (Fernández, 2011: 15). Por otro lado, en este castro se han llevado a cabo análisis palinológicos que han permitido tanto reconstruir su paleopaisaje como establecer las principales bases paleoeconómicas (López, *et al.* 1991: 141-145).

b) Cancho Roano

El palacio de Cancho Roano en Zalamea de la Serena es un singular edificio que ha recibido diversas interpretaciones (Almagro-Gorbea, *et al.* 2011; Jiménez, 2012) y que fue ocupado hasta finales del siglo V a. C. Finalmente, parece corresponder con una estructura palacial que, *a priori*, podría no interesarnos para nuestro trabajo. No obstante, este yacimiento cuenta con una característica que nos ha llevado a incluirlo en nuestra lista: la aparición de restos óseos animales que han sido estudiados, sacando conclusiones sobre el espectro faunístico del yacimiento (Jiménez, 2012: 192).

6.1.2. Materiales del precámbrico

No hemos podido localizar, por el momento, ningún yacimiento que se ajuste a nuestras necesidades para este grupo geoquímico y periodo ambiental.

6.1.3. Formaciones primarias



Figura 5. Yacimiento seleccionado para la unidad conformada por materiales primarios en el periodo ambiental 's. VI-II a. C.'. Realización propia.

a) Conjunto arqueológico de Villasviejas del Tamuja

Entre los términos municipales de Botija, Plasenzuela y Cáceres nos encontramos con el conjunto arqueológico formado por Villasviejas del Tamuja y las necrópolis de El Mercadillo, el Romazal I y el Romazal II, declarados Bien de Interés Cultural (BIC) en el pasado año 2016 tras ser considerado uno de los castros más representativos y emblemáticos de la cuenca extremeña del Tajo para la Segunda Edad del Hierro.

Este yacimiento, con un asentamiento de unas 7 ha, lleva siendo llamativo para los arqueólogos desde los años 60, siendo objeto de campañas de excavación en el recinto y de prospecciones intensivas en todo su entorno. Además, ha recibido mucha atención últimamente, siendo excavado, fechado y estudiado mediante el uso de técnicas muy modernas y no invasivas como la geofísica, tomografía magnética, LiDAR, etc. (De Tena, *et al.* 2019; Mayoral, 2021).

En cuanto a las tres necrópolis asociadas al yacimiento, estas cubren toda la secuencia del Hierro reciente, abarcando prácticamente desde el siglo IV a. C. hasta el s. I a. C. y han sido estudiadas exhaustivamente. Para la etapa ambiental que aquí valoramos nos son útiles las necrópolis conocidas como ‘El Mercadillo’ y el ‘Romanzal II’ (Hernández & Galán, 1996; Hernández & Martín, 2017). Consideramos que este yacimiento junto a estas dos necrópolis son más que óptimos para nuestro propósito por los siguientes motivos: las labores arqueológicas han seguido una metodología moderna, precisa y poco invasiva, obteniendo fases cronológicas confiables. Por otro lado, sobre los restos óseos de cremaciones del ‘Romanzal II’ se han llevado a cabo estudios antropológicos y paleopatológicos, por lo que el estado de conservación de estos es probable que sirvan para nuestra investigación. También se realizaron análisis polínicos sobre muestras del castro y la necrópolis de ‘El mercadillo’ que permitieron una lectura general del estado de la vegetación en el entorno del yacimiento, así como análisis químicos sobre la muestra poblacional con la intención de estudiar la paleodieta. Además, se llevaron a cabo análisis faunísticos y zooarqueológicos con más de 607 restos que permitieron caracterizar el panorama de la explotación de alimentos en el yacimiento durante la Edad del Hierro (Hernández & Martín, 2017: 11- 16). Así, este yacimiento cumple con creces los requisitos para formar parte de nuestra lista de yacimientos óptimos.

6.1.4. Formaciones terciarias



Figura 6. Yacimientos seleccionados para la unidad conformada por materiales terciarios en el periodo ambiental 's. VI-II a. C.'. Realización propia.

a) Necrópolis de Palomar del Pintado (Villafranca de los Caballeros)

En la provincia de Toledo, emplazada junto a la localidad de Villafranca de los Caballeros nos encontramos la necrópolis de Palomar del Pintado. Este resulta ser uno de los mayores conjuntos funerarios excavados de la II Edad del Hierro en el valle medio del Tajo, habiendo sido, además, objeto de ocho campañas de excavación sistemáticas en las que han sido documentadas 148 tumbas en un área relativamente pequeña de unos 125 m². Gracias a estas excavaciones, que han integrado datos arqueológicos, antropológicos y dataciones absolutas, se han recabado datos suficientes para establecer una secuencia cronológica que data las tumbas en cinco fases que se prolongan desde el siglo VI a. C. hasta el siglo II a. C. (Pereira, *et al.* 2003; Pereira & De Torres, 2014b; Conde, *et al.* 2016) coincidiendo así con nuestro periodo ambiental.

Además, no solo es una de las más densas sino también una de las necrópolis que mejor han sido estudiadas del valle medio del Tajo, según indican los investigadores (Pereira & De Torres, 2014^a; 2014b). Esto se debe a que en ella se han llevado a cabo una serie de 11 dataciones absolutas (7 radiocarbónicas y 4 por termoluminiscencia), análisis arqueométricos, faunísticos y un total de 90 análisis antropológicos efectuados sobre los restos procedentes de las cremaciones e inhumaciones de la necrópolis. Además, se han podido realizar varios análisis de paleodieta que aún no han sido

publicados (Pereira & De Torres, 2014b: 338). Por último, cabe destacar que se han estudiado restos faunísticos entre los que se han podido discernir ovicápridos, conejos y aves (Pereira & De Torres, 2014a: 330). Todo esto nos ha llevado a considerar este yacimiento como óptimo para nuestro *proxy*.

b) Medellín

La localidad de Medellín, emplazada en la provincia extremeña de Badajoz, alberga un conjunto arqueológico que cuenta con una continuidad muy dilatada en el tiempo, presentando restos prehistóricos, protohistóricos, romanos, islámicos, bajomedievales cristianos, y moderno-contemporáneos. El interés por este conjunto comenzó ya en el siglo XVII, pero a finales del XX y principios del XXI ha sido objeto de numerosas excavaciones arqueológicas que han mostrado su relevancia y lo han proclamado como uno de los enclaves arqueológicos más importantes de España (Guerra & Collado, 2020: 285-301).

Concretamente, para este periodo ambiental nos resulta interesante debido que se ha demostrado que esta zona tiene una gran importancia durante el Hierro, como se puede intuir por la presencia de una necrópolis de gran relevancia, tamaño y riqueza, para la cual aún se está buscando un núcleo urbano lo suficientemente potente como para estar relacionados (aunque las excavaciones más recientes apuntan al próximo Cerro del Tamborrio) (Celestino & Rodríguez, 2017: 26-31). Esta ha sido excavada, datada y publicada en varios volúmenes por Martín Almagro-Gorbea (2006; 2008a; 2008b). En ella se han llevado a cabo estudios antropológicos, paleopatológicos, análisis químicos, así como estudios de restos de fauna. Además, posteriormente se ha localizado otra necrópolis orientalizante en las proximidades de la estudiada por M. Almagro, la cual, si bien no ofrece aún la misma cantidad de datos, puede ser interesante en un futuro próximo, pues además se están llevando a cabo en ella estudios antropológicos y antracológicos (1027). Por la correcta metodología de excavación, fiabilidad de las dataciones y la calidad de los restos que alberga, hemos considerado que este yacimiento es idóneo para nuestro propósito.

c) Casas del Turuñuelo

Localizado en el término municipal de Guareña, Badajoz, nos encontramos el que es, sin duda, uno de los yacimientos más sonados de la arqueología peninsular en los últimos años por las posibilidades que ofrece para el conocimiento de Tartessos en la

actualidad, gracias a la calidad de los restos y la exquisita metodología empleada. Su cronología comienza en la I Edad del Hierro, documentándose su destrucción en el siglo V a. C. (Celestino & Rodríguez, 2020). Hemos seleccionado este yacimiento, a pesar de no tratarse de un espacio de necrópolis, debido a la aparición de una sala con numerosos restos animales (la mayoría équidos, pero con presencia de bóvidos, suidos y un can) que ha provocado que participen en la intervención no solo arqueólogos y arqueozoólogos, sino también veterinarios, biólogos y especialistas en ADN antiguo (Lira, *et al.* 2020). Esto, a futuro, puede arrojar datos muy interesantes sobre la fauna de esta época en la zona. Además, se encontraron restos de un individuo en buen estado de conservación del que se han mandado a analizar muestras para extraer ADN antiguo, pudiendo, tal vez, conseguirse también un análisis isotópico del individuo (comunicación verbal de Esther Rodríguez).

6.2. Selección de yacimientos para el periodo ‘s. II a. C.- V d. C.’

6.2.1. Rocas ácidas



Figura 7. Yacimientos seleccionados para la unidad de rocas ácidas en el periodo ambiental ‘s. II a. C. – V d. C.’. Realización propia.

a) *Augusta Emerita*

Augusta Emerita, la considerada como ‘pequeña Roma’, fue una de las ciudades más importantes de la Hispania romana, llegando a ser capital de la *Hispania Ulterior Lusitania* desde poco después de su fundación y finalmente sede de la *Dioecesis*

Hispaniarum: esto es, capital de las 7 provincias de la Hispania tardorromana . En ella encontramos hoy en día uno de los registros arqueológicos de época romana más impresionantes y mejor conocidos de la península ibérica. Su importancia como ciudad romana es evidente, y los hallazgos están lejos de cesar, siendo prácticamente periódicos. Aunque se encuentra el grueso de la ciudad dentro de la capa de materiales ácidos, la zona de captación de recursos de Mérida es amplia y abarca territorios que corresponden a zonas con predominancia de materiales terciarios e incluso primarios.

En cuanto al espectro de espacios funerarios de *Augusta Emerita*, este es de una amplitud abrumadora y han recibido la atención de diversos investigadores desde que en el siglo XVII Moreno de Vargas identificase unos monumentos de carácter funerario en la ciudad (*vide* Márquez, 2019; Murciano, 2019). No obstante, de entre todos estos espacios funerarios emplazados en la localidad pacense, uno en concreto llama nuestra atención para esta investigación. Se trata de la necrópolis hallada en el Solar destinado a la ampliación del Museo Nacional de Arte Romano (MNAR). En este solar han aparecido más de un centenar de individuos presentando una cronología sin interrupciones desde el siglo I a. C. hasta finales del siglo IV o incluso el V a. C. (Murciano & Sabio, 2021). Los restos han sido exhumados con una metodología bastante moderna y se conservan en el MNAR, donde he tenido la oportunidad de trabajar con dos individuos para mi Trabajo de Fin de Grado, confirmando que se trata de una institución que se muestra abierta a ceder los restos para este tipo de estudios.

b) Dehesa de los Estantes I

En el año 2007 se descubrió, con motivo de la construcción de una planta fotovoltaica en la dehesa de Malpartida de Cáceres, un área funeraria que concretamente se encontraba en la parcela 14 del polígono 6 de dicho término municipal. Tras las prospecciones se halló un yacimiento de época romana y tardoantigua de unas 30 ha con 16 tumbas excavadas en la roca. Tras esto se realizaron sondeos mecánicos en los alrededores inmediatos del primer sondeo, registrándose dos áreas de enterramientos que se encontraban muy próximas entre las que se documentaron más de una treintena de tumbas, la mayor parte fechadas entre los siglos I d. C. y el V d. C gracias a los depósitos funerarios (aunque el rito incinerador cesa en el III d. C.) (Cano, 2017).

Hemos elegido este yacimiento pues, a pesar de que muchos de los enterramientos carecen de restos óseos, tal vez debido a la gran acidez del terreno, la coexistencia del

rito inhumador e incinerador en este yacimiento nos permite recurrir a restos óseos no calcinados contenidos en las urnas de incineración (un total de 12). Además, el hecho de que no sea un terreno habitado, sino exclusivamente dedicado al pasto de ganado ha facilitado la conservación de los restos que allí se encuentran.

c) Los Estantes II

En el año 2010, muy próximo al yacimiento de la Dehesa de los Estantes, fue localizado en el término municipal de Malpartida de Cáceres otro yacimiento gracias al seguimiento de la planta fotovoltaica. Este corresponde con una explotación agropecuaria tardorromana y visigoda y nos resulta interesante para nuestra investigación porque entre los materiales fechados entre el siglo III y V d. C. se encuentran restos óseos animales que, si bien son escasos, han permitido documentar ovicápridos, équidos, bóvidos, conejo, aves e incluso jabalí (Sánchez, 2017: 162).

d) Cáparra

En el norte de la actual Extremadura, situado los términos municipales de Oliva de Plasencia y Guijo de Granadilla, encontramos un enclave romano de gran importancia tanto por su entorno natural, como por su inserción en una de las arterias de comunicación más importantes de la Hispania Romana, *Capera*. Esta ciudad sin ocupación posterior, a pesar de haber sido derrotada por el paso de los años y cubierta casi en su totalidad por un campo de olivos, nunca fue borrada por completo de la memoria colectiva, en parte debido a la resistencia a los estragos del tiempo ofrecida por su monumental arco tetrápilo. A pesar de esto, ha sido la arqueología la que nos ha devuelto gran parte de lo que fue en su día aquella ciudad, dándose en ella grandes descubrimientos desde las primeras excavaciones en 1929 de la mano de Floriano hasta su inclusión en el proyecto de rehabilitación integral del patrimonio extremeño “Alba Plata I y II” entre los años 2001 y 2012, pasando también por las manos de José M^a Blázquez y Enrique Cerrillo (Río-Miranda, 2010; Cerrillo, 2014; Sánchez, 2014). Hemos decidido incluir Cáparra en el apartado ‘rocas ácidas’ debido a que parece emplazarse sobre esa base geoquímica. No obstante, en su zona de captación de recursos existen materiales tanto del primario como del terciario. Sin duda, es un aspecto que ha de tenerse en cuenta y que también interesa sondear para crear un *proxy* como el que aquí pretendemos, pues permite ver la realidad de espacios mixtos donde se tiene que jugar con varias posibilidades.

En *Capera* han sido localizadas, desde muy antiguo, tres espacios de necrópolis. Estos fueron publicados en las memorias de excavación de Floriano a principios del siglo pasado, por lo que son de difícil acceso (aunque sus características se describen en las memorias de Blázquez, 1962). Hemos elegido este yacimiento a pesar de que las necrópolis fueron documentadas hace muchos años por varios motivos. En primer lugar, debido a que es una ciudad sin ocupación posterior, por lo que los restos funerarios aún por excavar pueden estar en unas condiciones óptimas para ser recuperados con metodología actual. Por otro lado, aunque estos últimos años las excavaciones se encuentran en un *impasse* forzado por la situación económica, la consejera de Cultura, Turismo y Deportes de Extremadura ha informado de que Cáparra se beneficiará de dos millones de euros procedentes del Plan Nacional del Xacobeo 2021/22, los cuales irán destinados a su acondicionamiento y excavación (Pozas, V. 2021). Por este motivo, puede ser un yacimiento que en un futuro próximo nos ofrezca justo lo que necesitamos.

6.2.2. Materiales del precámbrico

No hemos podido localizar, por el momento, ningún yacimiento que se ajuste a nuestras necesidades para este grupo geoquímico y periodo ambiental.

6.2.3. Formaciones primarias



Figura 8. Yacimiento seleccionado para la unidad conformada por materiales primarios en el periodo ambiental 's. II a. C. – V d. C.'. Realización propia.

a) Conjunto arqueológico de Villasviejas del Tamuja

Hemos considerado interesante volver a incluir este yacimiento para nuestro segundo periodo ambiental debido a que la necrópolis más reciente de las que se encuentran adscritas a este castro, ‘El Romanzal I’, cuenta con una cronología que abarca los siglos II y I a. C. El estudio de esta necrópolis permitió conocer la comunidad que habitaba el poblado en sus últimos momentos, coincidiendo con el proceso de romanización (Hernández, F. *et al.* 2008; Hernández & Martín, 2017: 11-13) y sobre sus restos se han llevado a cabo estudios antropológicos y paleopatológicos, al igual que con los procedentes de ‘El Romanzal II’, por lo que es probable que existan restos bien conservados de los que podamos tomar muestras.

6.2.4. Formaciones terciarias



Figura 9. Yacimiento seleccionado para la unidad conformada por materiales terciarios en el periodo ambiental ‘s. II a. C. – V d. C.’. Realización propia.

a) Necrópolis bajoimperial y tardorromana de ‘La Magdalena III-IV’

En el año 2008, gracias a las excavaciones arqueo-antropológicas realizadas en la parcela 11796 de Alcalá de Henares, se descubrió un yacimiento que ha sido denominado como ‘La Magdalena’ y que cubre una gran extensión cronológica y unos 50.000 m². A nosotros nos interesa de este yacimiento la zona correspondiente a una necrópolis bajoimperial y tardorromana que se identifica con las fases III y IV del yacimiento (Heras, *et al.* 2011).

La necrópolis bajoimperial se remonta al siglo III d. C. y ocupa unos 2000 m². En ella se han localizado un total 153 enterramientos a los que hay que sumar un número aún por determinar provenientes de los 14 sacos de huesos localizados (Heras, *et al.* 2011: 81-85). En cuanto a la necrópolis tardorromana, la cual ocupa 2500 m² cuenta con un total de 14 estructuras funerarias (Heras, *et al.* 2011: 85-87). Sobre los restos esqueléticos procedentes de estos enterramientos se han llevado a cabo desde el mismo año de excavación diversos estudios antropológicos con una metodología bastante acertada a nuestro parecer, influyendo estudios tafonómicos, morfognósticos y paleopatológicos, entre otros (Díaz, *et al.* 2011: 189-196). Estos estudios se han ido actualizando con el paso de los años, incluyendo, además, restos óseos de fauna (como podemos ver en Heras & Galera, 2016).

La correcta excavación, documentación y trato de los restos óseos llevados a cabo en esta exhumación nos lleva a considerar este yacimiento dentro de nuestra lista para este periodo ambiental. Además, no sólo dispone de restos óseos humanos susceptibles de ser analizados isotópicamente, sino también de restos animales recuperados con la misma metodología.

6.3. Selección de yacimientos para el periodo ‘s. V-X d. C.’

6.3.1. Rocas ácidas



Figura 10. Yacimientos seleccionados para la unidad de rocas ácidas en el periodo ambiental ‘s. V-X d. C.’. Realización propia.

a) Mérida

A pesar de que Mérida es conocida por todos por su ciudad romana, esta siguió en funcionamiento tras la caída del imperio y presenta importantes registros de épocas posteriores. Tradicionalmente la historiografía planteaba que tras la conquista islámica de Mérida en el año 713 la ciudad había entrado en un declive y traslado de gran parte de sus habitantes a Badajoz. No obstante, la arqueología aporta pruebas que derriban estos argumentos. Una de estas es el número de cementerios musulmanes encontrados que datan entre los siglos VIII y IX en la zona extramuros del *pomoerium* romano. Miguel Alba (2017) hizo una recopilación de estos cementerios que nos resultan interesantes para nuestra investigación debido a que, en conjunto, presentan un buen número de enterramientos de entre los que se podría seleccionar los mejor conservados para la toma de muestras.

b) Los Hitos (Arisgotas)

Hemos de aclarar que hemos incluido Los Hitos en este grupo geoquímico porque es el más abundante en su zona de captación de recursos. No obstante, se encuentra en una franja donde confluyen rocas ácidas, materiales primarios y terciarios. Este yacimiento toledano de época visigoda volvió a ser intervenido arqueológicamente en el año 2014 tras su inclusión en el grupo de investigación para el estudio de las ‘Arquitecturas de poder del territorio de la Sedes Regia Toledana’, aunque sus primeras excavaciones fueron en los años 70 y 80. En él se está excavando de manera prácticamente ininterrumpida y con buena metodología arqueológica, sobre todo tras la adquisición de los terrenos por parte del ayuntamiento. Las investigaciones aquí realizadas relacionan Los Hitos con un gran latifundio del siglo VII d. C. vinculado a las aristocracias de Toledo y, lo que más nos interesa, es que una de sus principales funciones era la funeraria, constituyendo un panteón dedicado a sepulturas privilegiadas (Morín, *et al*, 2020: 84-86).

Este yacimiento nos resulta especialmente interesante por varias razones. En primer lugar, las excavaciones recientes están siendo ininterrumpidas y se está siguiendo una metodología muy moderna, integrando técnicas poco invasivas, así como diversos tipos de análisis. Entre ellas, encontramos técnicas de datación que unen C14, termoluminiscencia y polaridad para una mayor precisión, análisis palinológicos, carpológicos y antracológicos para el estudio histórico del paisaje y climatología, de la

arqueofauna (para sacar datos sobre la alimentación), así como estudios antropológicos de las inhumaciones mejor conservadas para determinar edad, enfermedades, dieta y lazos de parentesco (muchos de ellos inéditos, pero mencionados en Morin, *et al.* 2020). Yo mismo tuve la oportunidad de exhumar una de las inhumaciones durante mis prácticas de excavación de nuestro máster, así como de realizar el análisis morfognóstico básico del individuo, gracias a mi formación en el Laboratorio de Arqueología Forense de nuestra facultad (LafUAM). Por todo esto, consideramos que este yacimiento es más que óptimo para nuestra investigación.

c) *Maqbara* en Toledo

El descubrimiento hace poco más de una década de dos necrópolis musulmanas más en Toledo han comenzado a arrojar datos sobre la transformación que se dio en esta zona con la conversión en *Al-Andalus*. Sobre estas se han realizado estudios bioantropológicos que arrojan luz sobre estas cuestiones. En concreto nos interesa solo una de las necrópolis que aparecieron, pues ha sido datada entre los siglos VIII y X d. C. (Molero-Rodrigo, 2019: 408-411) mientras la otra sobrepasa nuestro periodo ambiental. Este yacimiento nos resulta atractivo porque sobre estos enterramientos se ha trabajado recientemente, con una metodología actualizada y se están llevando a cabo estudios sobre los restos óseos, por lo que es un posible yacimiento óptimo para nuestra toma de muestras.

6.3.2. Materiales del precámbrico

No hemos podido localizar, por el momento, ningún yacimiento que se ajuste a nuestras necesidades para este grupo geoquímico y periodo ambiental.

6.3.3. Formaciones primarias

No hemos podido localizar, por el momento, ningún yacimiento que se ajuste a nuestras necesidades para este grupo geoquímico y periodo ambiental.

6.3.4. Formaciones terciarias



Figura 11. Yacimientos seleccionados para la unidad conformada por materiales terciarios en el periodo ambiental 's. V-X d. C.'. Realización propia.

a) Gózquez de Arriba

Situado en el sur de la Comunidad de Madrid, el yacimiento de época visigoda de Gózquez de Arriba en San Martín de la Vega ha sido un gran exponente en la arqueología madrileña para esta cronología. Aunque ya ha pasado tiempo desde su excavación, se presenta este yacimiento como uno de los conjuntos excavados que más datos ha ofrecido para conocer los primeros siglos de la Alta Edad Media en el interior peninsular, utilizando para ello métodos que para la época eran muy novedosos y planteaban nuevos métodos de análisis e interpretación de yacimientos (Contreras & Fernández, 2006: 539). Fue, además, el primer momento en esta época y comunidad en que pudo documentarse estratigráficamente un conjunto formado por un poblado de unas 10 ha y una necrópolis de 356 sepulturas, siendo excavadas arqueológicamente 247 de ellas, las cuales parecen mostrar un uso continuado desde el siglo V hasta el siglo VIII d. C.

Hemos tomado en consideración este yacimiento debido a la correcta metodología arqueológica utilizada en su excavación, así como porque se ha determinado una cronología precisa de la ocupación de la necrópolis. Además, son numerosos los restos óseos recuperados de estas excavaciones, los cuales pueden ser objeto de nuestra toma de muestras para este periodo ambiental.

b) Necrópolis hispano-visigoda de Estevillas -Virgen de la Torre

Durante los trabajos realizados en el Proyecto de Urbanización de los Ahijones en Vicálvaro, Madrid, se descubrió una extensísima necrópolis de inhumación datada entre los siglos V y VII d. C. El yacimiento, el cual ocupaba 3'5 hectáreas, fue excavado durante los años 2010 y 2011, recuperándose más de 800 estructuras funerarias que contenían aproximadamente 1500 esqueletos (Vega, *et al.* 2011: 525-530). Aunque es cierto que en la actualidad este yacimiento ha sido destruido, desde el año 2016 los restos recuperados se conservan en el Museo Arqueológico Regional de Madrid localizado en Alcalá de Henares (ECA, 2018). De este modo, existen una gran cantidad de restos que son susceptibles para la toma de muestras de este periodo ambiental. No obstante, es cierto que estos restos debieron excavarse, por su gran número, de una manera rápida y menos controlada de lo debido. Así, quizá podrían complementarse con los restos recuperados por la empresa 'Arqueomedia' en el mismo yacimiento, pero en el sector de 'Los Berrocales'. Presentan similar cronología, estudios antropológicos, de fauna y, sobre todo, se realizaron de una manera más 'sosegada' (aunque los resultados no se encuentran publicados, hemos podido conocer estos datos debido a la vinculación del tutor de este trabajo con el yacimiento).

c) Necrópolis de La Cruz del Cristo (Malagón, Ciudad Real)

En el casco urbano de la pedanía del Cristo del Espíritu Santo perteneciente al ayuntamiento de Malagón se encuentra el yacimiento de la Cruz del Cristo, de época visigoda. Los trabajos en esta necrópolis se desarrollaron en tres fases a lo largo de la primera mitad de los años noventa, campañas en las que se descubrieron unas 70 tumbas de las que se pudieron excavar 49. Las evidencias apuntan que este cementerio pudo gestarse en el siglo IV d. C. pero que perduró en el tiempo hasta probablemente bien entrado el siglo VIII d. C., por lo que podría encajar en nuestro periodo ambiental. Además, se realizaron estudios antropológicos y paleopatológicos sobre 25 de las 49 sepulturas exhumadas. Todos los datos referentes a esta excavación han sido recogidos por Carmelo Fernández Calvo en una sola publicación (2016).

d) Necrópolis de las Vegas (La Pueblanueva, Toledo)

En las proximidades de la antigua *Caesarobriga*, actual Talavera, nos encontramos un enclave funerario descubierto en torno al 1871. No obstante, no sería hasta los años 60 y 70 de la pasada centuria que se interviniera arqueológicamente y se descubriera un

gran edificio funerario del siglo IV d. C. Hemos decidido integrar este yacimiento en esta etapa ambiental porque el espacio fue reutilizado como lugar de culto y área funeraria entre los siglos V-VII d. C. Las excavaciones más modernas realizadas entre los años 2016 y 2018 están permitiendo conocer mucho más profundamente este espacio funerario (De la Llave & Escobar, 2021). Además, en el año 2021 la Junta ha autorizado un proyecto que retomará los trabajos de 2018 y le sumará un estudio antropológico de los restos óseos exhumados (Morán, 2021). Por este motivo, podría ser factible la toma de muestras para nuestro estudio.

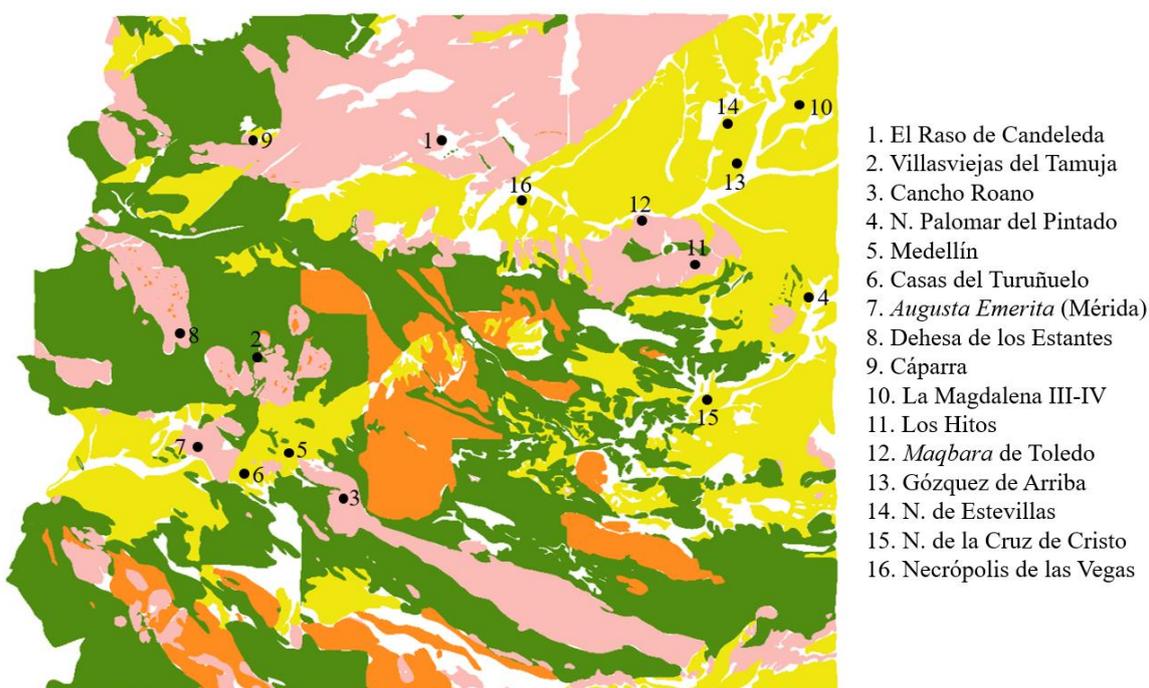


Figura 12. Relación completa de yacimientos seleccionados para las distintas unidades geoquímicas. Realización propia.

7. DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

Antes de arrojar conclusiones sobre esta propuesta de estudio y sus implicaciones creemos necesario hacer un balance de los problemas metodológicos con los que nos hemos topado a lo largo del planteamiento de la creación de nuestro *isoscape* de base arqueológica.

Como bien hemos comentado en numerosas ocasiones a lo largo de este escrito, es necesaria la realización de una base de datos isotópica de C^{13} y N^{15} elaborada con registros arqueológicos que permita comparar los resultados de los análisis realizados sobre materiales procedentes de los yacimientos arqueológicos para poder llevar a cabo

una correcta interpretación de la paleodieta. No obstante, durante el planteamiento de esta propuesta nos hemos dado cuenta de que su realización y puesta en marcha alberga una serie de complicaciones, que, si bien tienen solución, la investigación en nuestro país aún no se encuentra en ese punto.

Por una parte, echamos en falta estudios geoquímicos detallados de las diferentes regiones de la península y en concreto, de nuestra zona de estudio. Esto hemos tratado de solventarlo de manera somera delimitando regiones básicas con una composición química parecida debido a su semejante formación geológica. No obstante, cuando los estudios geoquímicos proliferen, es probable que haya que revisar e incluso redefinir alguno de nuestros grupos geoquímicos con la intención de mejorar la precisión de la propuesta. Por otro lado, nos encontramos que los estudios paleoambientales, si bien han avanzado mucho en los últimos años tanto en el mundo como para la península ibérica, escasean severamente en la región y periodo cronológico que hemos seleccionado nosotros. Tanto es así que solo contamos con los registros lacustres de la laguna Cimera para arrojar datos sobre el clima del centro peninsular en este periodo y los datos lacustres de Zoñar para el sur peninsular. Con el tiempo, esperamos y prevemos que los estudios para este espacio y tiempo irán sofisticándose y ampliándose, añadiendo otras metodologías de trabajo empleadas en otros lugares y épocas, como pueden ser estudios dendrocronológicos o de turberas, entre otros. Así, somos conscientes una vez más, de que cuando llegue el momento y los estudios permitan definir microrregiones ambientales para este periodo, habrá que revisar esta propuesta para ser más precisos a la hora de rastrear los yacimientos.

Esto quiere decir que actualmente no podemos crear un *isoscape* arqueológico completamente válido para nuestro propósito, pues nos faltan las herramientas básicas para que este sea completamente confiable. Así, aunque echamos en falta una buena definición de la ecología isotópica para esta época y región, el estado actual de la investigación no permite satisfacer estas necesidades de manera óptima. No obstante, si que podemos sentar las bases de este para que cuando las herramientas estén disponibles, pueda llevarse a cabo.

En cuanto a la selección de yacimientos, queremos dejar claras una serie de cuestiones que pueden verse reflejadas en la descripción de los enclaves elegidos pero que es importante que sean remarcadas. En ocasiones, un yacimiento puede encontrarse dentro de un grupo geoquímico pero su zona de captación de recursos es amplia y si

tiene cerca otras formaciones geoquímicas, esto podría verse reflejado en los resultados. En estos casos hemos optado por incluir el yacimiento dentro del grupo geoquímico principal o más abundante, pero señalándolo claramente en la descripción realizada, como en el caso de Mérida o Cáparra.

También es preciso aclarar que pretender encontrar registros óptimos para cada región y cronología es demasiado pretencioso y casi una utopía. No obstante, hemos tratado de seleccionar un número de yacimientos bien excavados que, si bien no reúnen por si solos todas las características, en conjunto pueden formar un mosaico de información interesante. En ocasiones, como se ha podido observar, nos convienen más yacimientos pequeños que han sido excavados recientemente con ciertas garantías, que otros muy conocidos que fueron intervenidos hace muchos años con una metodología cuestionable. Sería una irresponsabilidad seleccionar yacimientos conocidos por todos pero que no reúnen las características que requerimos o que no tienen el potencial para ello. Tal vez por esto, *a priori*, puedan resultar llamativas algunas ausencias en nuestro mapeo.

Con todo esto, como es obvio, muchas zonas de nuestro mapa se han quedado vacías, pues no hemos topado aún con ningún registro arqueológico que nos ofrezca las garantías necesarias, y, como acabamos de comentar, nos negamos a seleccionar yacimientos a la ligera sólo para rellenar los huecos por mera obligación. Hemos pretendido ser rigurosos a la hora de elegir qué yacimientos de los conocidos hasta la fecha nos pueden ser, o no, realmente útiles. Por supuesto, siempre se puede ir ampliando nuestra relación de yacimientos a medida que tengan lugar nuevos hallazgos y estudios que, además, al producirse en un momento en el que las técnicas de excavación e interpretación son cada vez más sofisticadas, nos podrán ser más útiles para nuestro propósito. Si algo tenemos claro en arqueología, es que el hecho de que algo no se haya encontrado todavía, no quiere decir que no exista. Un perfecto ejemplo lo tenemos en la ciudad *Nertobriga Concordia Iulia*, en el sur de Extremadura, la cual no hemos seleccionado para nuestro estudio pues las áreas funerarias de nuestros periodos temporales aún no han sido descubiertas, pero podrían ponerse muchos otros paradigmas.

Aún con esto, queremos hacer un pequeño balance de qué nos hemos encontrado a la hora de buscar yacimientos óptimos: qué nos falta o que nos sobra, y a qué motivos puede deberse. Podemos comenzar exponiendo que no hemos encontrado ningún

yacimiento que se encuentre dentro del grupo de materiales del precámbrico. Por otro lado, el grupo en el que más yacimientos hemos encontrado ha sido el de materiales terciarios, seguido muy de cerca por el de rocas ácidas. Por último, tan sólo hemos encontrado un yacimiento válido para la zona compuesta por materiales primarios. Realmente esto no es de extrañar. El área de materiales precámbricos es la más reducida en extensión (relativamente) pero, además, es la que tiene una litología menos proclive al establecimiento humano. No deja de ser significativo esto. Como tampoco que, por la misma razón, el área de materiales terciarios, detríticos, blandos y bien drenados, no siendo la más amplia en extensión, sí que tenga abundancia de yacimientos, precisamente por favorecer el asentamiento humano. Lo mismo que con las escasas bandas de materiales cuaternarios, muy recientes en su formación, pero asociadas a cursos de ríos.

También consideramos relevante reflejar que es en la zona de Madrid, el Valle del Guadiana y un sector de la provincia de Toledo donde más yacimientos hemos encontrado (hasta el punto de haber tenido que descartar alguno), así como la unión entre Extremadura y Ciudad Real es la que menos presencia histórica demuestra. A esto se le puede buscar varias explicaciones. Por un lado, puede deberse a que las dinámicas históricas han marcado en ciertas épocas los lugares donde se concentraban los asentamientos por preferencias territoriales o conflictos, quedando algunas regiones menos pobladas que otras (sin olvidar que contamos con cadenas montañosas potentes). En otras ocasiones, sin embargo, tal vez se deba más a caprichos de la propia investigación arqueológica que, por intereses o diferencia en cuanto a presupuestos, se han priorizado las intervenciones en algunos lugares frente a otros.

Una vez llevado a cabo el proceso de selección de yacimientos, la tarea no finaliza. Tras esto es necesario contactar con los diversos directores de los yacimientos seleccionados para negociar su participación en el proyecto. Por suerte, los directores de algunas de las excavaciones seleccionadas se han mostrado colaborativos con este tipo de proyectos cuando nos hemos comunicado con ellos. Además, la Universidad Autónoma de Madrid cuenta con una influencia y reconocimientos que, sin duda, puede facilitar que los yacimientos quieren colaborar con una institución como esta. Esta es una tarea necesaria y delicada pues, por mucho que un yacimiento reúna las características que necesitamos, de nada nos sirve si aquellos que lo gestionan se niegan a colaborar.

Como hemos podido ver a lo largo de este Trabajo de Fin de Máster, la arqueología avanza y nosotros tenemos que avanzar con ella. Es cierto que se trata de una cuestión bastante compleja. No obstante, a pesar de las dificultades, este tipo de estudios son necesarios y tenemos que apuntar en su dirección para poder responder a nuevas y más complejas cuestiones, como se lleva haciendo en otros países durante años. Es hora de que nos pongamos al día.

No puede ser que en el punto que nos encontramos se sigan usando bases de datos ambientales actuales para los estudios de paleodietas. Esto se debe a que la precisión que ofrecen es muy baja en comparación con la que pueden ofrecer *proxys* como el que aquí proponemos, pues estos no valoran numerosos factores que modifican el registro isotópico y que varían a lo largo de los años y ambientes, así como las acciones antrópicas (cuestión que hemos remarcado a lo largo de todo el escrito). Esta propuesta, aunque se encuentra en una fase muy primitiva y seguro no está libre de errores, pretende ser el comienzo de un proyecto de gran envergadura y multidisciplinar que garantice que, en un futuro, podamos arrojar interpretaciones paleodietarias fiables para las investigaciones arqueológicas.

Por último, nos gustaría hacer un llamamiento a las instituciones de enseñanza superior dedicadas a la arqueología para que se comiencen a implementar enseñanzas sobre este tipo de técnicas en las universidades. Este tipo de estudios son el presente y futuro de la investigación arqueológica, y las nuevas generaciones han de estar preparadas para ello.

8. AGRADECIMIENTOS

Quisiera dar las gracias a muchas personas que, de una manera u otra, se han visto involucradas en este proyecto. De manera general, quisiera dar las gracias a los profesores de este máster que me han ofrecido una formación arqueológica más que adecuada y en algunos casos, centrándose en las nuevas líneas de trabajo que se abren frente a nosotros. Más concretamente, a mi tutor, Ángel Fuentes, quien ha tenido una paciencia infinita conmigo desde que empecé mi carrera académica allá por el 2015 y se ha prestado a reunirse conmigo para resolver dudas, incluso en horas intempestivas. Sin duda, un referente para mí, tanto en lo humano como en lo académico.

Por otro lado, quisiera agradecer a investigadores que de manera desinteresada se han prestado a solucionar dudas o facilitar investigaciones aún no disponibles *on line* como es el caso de Augusto Tessone, Domingo Carlos Salazar o Amber Johnson. Por último, pero no menos importante, a mis familiares y amigos, aquellos que me han aguantado en aquellos momentos de estrés en los que ni yo mismo me aguantaba y me han ayudado a seguir adelante.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, E. (2006). Perspectivas de la ecología del paisaje en la entomología aplicada. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7 (1): 54-60.
- Alba, M. (2017). Las áreas funerarias islámicas de Mérida (Badajoz). *Zereq Equitum*, II: 21-81.
- Alberruche, E; Baretino, D; Creus, J; Fernández, A; Garcin, M; Godefroy, P; Peaudecerf, P; Pérez, A. & Torres, T. (1995). Reconstrucción paleoclimática y paleoambiental de la península ibérica durante el cuaternario. Aplicación de modelos geoprospectivos para la evaluación de escenarios futuros. *Segundas Jornadas de I+D. Sesión III: Residuos de Alta Actividad-Geosfera. UPM*: 55-92.
- Alcázar, J. & Suárez, A. (1997a). Análisis antropológico tumbas 1-66, 'El Arenal', Campañas 1970-1. En Fernández, F. (Ed.) *La necrópolis de la Edad del Hierro de 'El Raso' (Candeleda. Ávila) 'Las Guijas, B'*. Zamora: Junta de Castilla y León: 145-150.
- Alcázar, J. & Suárez, A. (1997b). Análisis antropológico tumbas 67-120, 'Las Guijas'. Campaña 1993. En Fernández, F. (Ed.) *La necrópolis de la Edad del Hierro de 'El Raso' (Candeleda. Ávila) 'Las Guijas, B'*. Zamora: Junta de Castilla y León: 151-162.
- Alexander, M. M; Gerrard, C. M; Gutiérrez, A. & Millards, A. R. (2015). Diet, society and economy in Late Medieval Spain: stable isotope evidence from Muslims and Christians from Gandía, Valencia. *American Journal of Physical Anthropology*, 156: 263-273.
- Almagro-Gorbea, M. (Dir.) (2006). *La Necrópolis de Medellín. I La excavación y sus hallazgos*. Madrid: Bibliotheca Archaeologica Hispana 26.
- Almagro-Gorbea, M. (Dir.) (2008a). *La Necrópolis de Medellín. II Estudio de los hallazgos*. Madrid: Bibliotheca Archaeologica Hispana 26-2.
- Almagro-Gorbea, M. (Dir.) (2008b). *La Necrópolis de Medellín III. III Estudios Analíticos. IV Interpretación de la Necrópolis. V. El marco histórico de Medellín Conisturgis*. Madrid: Bibliotheca Archaeologica Hispana 26-3.
- Almagro-Gorbea, M; Torres, M; Gómez, A. & Hernández, S. (2011). El personal del palacio tartésico de Cancho Roano (Badajoz, España). *Zephyrus*, LXVIII: 163-190.

- Alt, K; Zesch, S; Garrido-Peña, R; Knipper, C; Szécsényi-Nagy, A; Roth, C; Tejedor-Rodríguez, C; Held, P; GarcíaMartínez-de-Lagrán, I; Navitainuck, D; Arcusa, H. & Rojo-Guerra, M. A. (2016). A community in Life and Death: The Late Neolithic Tomb at Alto del Reinoso (Burgos, Spain). *PlosONE*, 11: 1-32.
- Ambrose, A. H. (1991). Effects of Diet, Climate and Physiology on Nitrogen isotope Abundances in Terrestrial Foodwebs. *Journal of Archaeological Science*, 18: 293-317.
- Ambrose, S. H. (1991). Effects of Diet, Climate and Physiology on Nitrogen Isotope Abundances in terrestrial Foodwebs. *Journal of Archaeological Science*, 18: 293-317.
- Arias, P. & Schulting, R. (2010). Análisis de isótopos estables sobre los restos humanos de La Braña-Arintero. Aproximación a la dieta de los grupos mesolíticos de la cordillera cantábrica. En Vidal, J. M. & Prada, M. E. (Eds.) *Los Hombres Mesolíticos de la cueva La Braña-Arintero (Valdelugeros, León)*. León: Junta de Castilla y León: 130-137.
- Balsera, V; Díaz-del-Río, P; Díaz-Zorita, M; Bocherens, H; Waterman, A; Thomas, J; Peate, D. & Martínez, M. I. (2016). El Acequión: paleodieta y movilidad humana durante la Edad del Bronce en la Mancha. En Gamó, B. & Sanz, R. (Coord.) *Actas de la I Reunión Científica de Arqueología de Albacete*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”. 331-343.
- Barberena, R; Zangrando, A; Gil, A; Martínez, G; Politis, G; Borrero, L. & Neme, G. (2009). Guanaco (*Lama guanicoe*) isotopic ecology in southern South America: spatial and temporal tendencies, and archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 36: 2666-2675.
- Binford, L. R. (2007). The diet of early hominins: some things we need to know before “reading” the menu from the archaeological record. En Rosebrock, W. (Ed.) *Guts and Brains. An integrative Approach to the Hominin Record*. Leiden: Leiden university Press: 185-222.
- Blázquez, J. M. (1962). *CÁPARRA*. Madrid: Excavaciones arqueológicas en España, 34.
- Bosch, J. & Rubio, I. (2005). Presentación. En Arias, P; Ontañón, R. & García-Moncó, C. (Eds.) *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Cantabria: Universidad de Cantabria: 29-35.

- Brito, E. L. (2001). Investigaciones de paleodieta a través del análisis químico en restos óseos. Trayectoria y perspectivas. *Dimensión Antropológica*, 8, 22: 61-104.
- Cacho, I; Valero, B. & González, P. (2010). Revisión de las reconstrucciones paleoclimáticas en la península ibérica desde el último periodo glacial. En Pérez, F. & Boscolo, R. (Eds.) *Clima en España: pasado, presente y futuro*. Madrid: CLIVAR: 9-24.
- Cano, A. (2017). Resultados de la intervención arqueológica en un área funeraria situada en la Dehesa de Los Estantes I (Malpartida de Cáceres, Cáceres). En González, J. M. (Ed.) *Arqueología urbana en Cáceres II*. Cáceres: Publicaciones del Museo de Cáceres: 141-153.
- Carrión, J. S; Munuera, M; Navarro, C. & Sáez, F. (2000). Paleoclimas e historia de la vegetación cuaternaria en España a través del análisis polínico. Viejas falacias y nuevos paradigmas. *Complutum*, 11: 115-142.
- Celestino, S. & Rodríguez, E. (2017). Tarteso en Extremadura. *Revista de Estudios Extremeños*, LXXIII, 1: 13-56.
- Celestino, S. & Rodríguez, E. (2020). Actualidad en la investigación arqueológica en España: el yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz). *Actualidad de la investigación arqueológica en España I (2018-2019)*: 9-27.
- Cerling, T; Hart, J. & Hart, T. (2003). Stable isotope ecology in the Ituri Forest. *Oecologia*, 138: 5-12.
- Cerrillo, E. (2014). La ciudad de Cáparra y el paisaje urbano de Lusitania. En Nogales & Pérez (Eds.) *Ciudades Romanas de Extremadura*. Mérida: Museo Nacional Arte Romano: 21-40.
- Chisholm, B; Nelson, D. & Schwarcz, H. (1982). Stable carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets. *Science*, 2016: 1131-1132.
- Conde, J; Agua, F; Maldonado, S; De Torres, J; Pereira, J; Villegas, M. A. & García-Heras, M. (2016). Caracterización y estudio arqueométrico de un conjunto de vidrios de la Edad del Hierro de la necrópolis de Palomar de Pintado (Toledo, España). *DigitAR*, 3: 83-92.

- Contreras, M. & Fernández, A. (2006). El espacio funerario en el poblado de época visigoda de Gózquez de Arriba (San Martín de la Vega, Madrid). *Zona Arqueológica*: 539-558.
- Cuello, P. (2018). Análisis preliminar de los isótopos estables de estroncio (87SR/86SR) biodisponibles en la isla de Lanzarote: propuesta para la creación de una base de datos de referencia para su aplicación en la arqueología canaria. *Anuario de Estudios Atlánticos*, 65, 065-000: 1-17.
- De la Llave, S. & Escobar, A. (2021). *Mausoleum, Martyrium* y necrópolis de Las Vegas (La Pueblanueva, Toledo): un hito funerario en el límite oriental de la Lusitania. *Actas del congreso internacional 'Las villas romanas bajoimperiales de Hispania'*: 443-454.
- De Tena, M. T; Pro, C; Charro, C; Salgado, J. A. & Mayoral, V. (2019). Caracterización geológica del yacimiento arqueológico de Villasviejas del Tamuja (Cáceres). *XV REUNIÓN NACIONAL DEL CUATERNARIO*: 140-143.
- DeNiro, M. J. & Epstein, S. (1978). Influence of diets in the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42: 495-506.
- DeNiro, M. J. & Epstein, S. (1981). Influence of diets in the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45: 341-351.
- DeNiro, M. J. (1987). Stable Isotopy and Archaeology. *American Scientist*, 75, 2: 182-191.
- Díaz, M. E; Gómez, F; Galera, V. & Heras, C. (2011). Los restos esqueléticos de las necrópolis bajoimperial y tardorromana de 'La Magdalena' (Alcalá de Henares). Primeros datos desde la Antropología Física. *Actas de las octavas jornadas de patrimonio arqueológico de la Comunidad de Madrid*: 189-196.
- Díaz-Zorita, M; Aranda, G; Bocherens, H; Escudero, J; Sánchez, M; Lozano, A. & Milesi, L. (2019). Multi-isotopic diet análisis of south-eastern Iberian megalithic populations: the cemeteries of El Barranquete and Panoría. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11 (8): 3681-3698.
- Díaz-Zorita, M; Beck, J; Bocherens, H. & Díaz-del-Rio, P. (2018). Isotopic evidence for mobility at large-scale human aggregations in Copper Age Iberia: the mega-site of Marroquies. *Antiquity*, 92 (364): 991-1007.
- Díaz-Zorita, M; Knudson, K. J; Escudero, J; Bocherens, H. & García, L. (2017). Mobility patterns and paleodietary insights into humans and cattle at the Copper

- Age Mega-site of Valencina (Seville, Spain) through $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ isotope analyses. *Menga: Revista de prehistoria de Andalucía*, 8: 53-68.
- Díaz-Zorita, M; Prevedorou, E; Buikstra, J; Knudson, K; Gordon, G. & Anbar, A. (2011). Movilidad y paleodieta en la comunidad argárica de Gatas: análisis de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, ^{18}O y ^{13}C . En Sánchez, M. (Ed.) *Memorial Luis Siret. Primer Congreso de Prehistoria de Andalucía. La tutela del patrimonio prehistórico*. Sevilla: Junta de Andalucía: 603-606.
 - Díaz-Zorita, M; Waterman, A. & Peate, D. (2014). La movilidad de las poblaciones de la Edad del Cobre en el Suroeste de España a través de los análisis de isótopos estables de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. En García, E. (Ed.) *Movilidad, contacto y cambio. II Congreso de Prehistoria de Andalucía*. Antequera: Junta de Andalucía: 111-120.
 - El Museo Arqueológico Regional conserva los restos de la necrópolis de Vicálvaro (26 de diciembre 2018). *El Confidencial Autonómico*. Recuperado de: <https://autonomico.elconfidencialdigital.com/articulo/madrid/museo-arqueologico-regional-conserva-restos-necropolis-vicalvaro/20181225142600022752.html> y consultado por última vez el 05/01/2022.
 - Esparza, A; Velasco, J; Palomo, S; Delibes, G; Arroyo, E. & Salazar-García, D. C. (2017). Familiar kinship? Paleogenetic and isotopic evidence from a triple burial of the Cogotas I Bronze Age archaeological culture (Soria, Spain). *Oxford Journal of Archaeology*, 36 (3): 223-242.
 - Etter, A. (1991). *Introducción a la Ecología del Paisaje. Un marco de integración para los levantamientos ecológicos*. Bogotá: IGAC.
 - Fernández, C. (2016). *La necrópolis de época visigoda de La Cruz del Cristo*. Malagón: Ayuntamiento de Malagón.
 - Fernández, D. & Corbelle, E. (2017). Cambios en los usos de suelo en la Península Ibérica: un meta-análisis para el período 1985-2015. *Biblio3W*, XXII, I: 1-29.
 - Fernández, F. (1997). *La necrópolis de la Edad del Hierro de 'El Raso' (Candeleda. Ávila) 'Las Guijas, B'*. Zamora: Junta de Castilla y León.
 - Fernández, F. (2011). *El poblado fortificado de 'El Raso de Candeleda' (Ávila): El núcleo D. Un poblado de la III Edad del Hierro en la Meseta de Castilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

- Fernández, F; De la Sierra, J. A. & López, M. T. (2009). Evolución y cronología de El Raso (Candeleda, Ávila). *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología*, 39-40: 266-271.
- Fernández-Crespo, T; Mujika, J. & Ordoño, J. (2016). Aproximación al patrón alimentario de los inhumados en la cista de la Edad del bronce de ondarre (Aralar, Guipúzcoa) a través del análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno sobre colágeno óseo. *Trab. Prehist.* 73, 2: 325-334.
- Fontanals-Coll, M; Díaz-Zorita, M. & Subirá, M. (2015b). A paleodietary study of stable isotope análisis from a high-status burial in the Copper Age: The Montelirio Megalithic structure at Valencina de la Concepción, Castilleja de Guzmán, Spain. *International Journal of Osteoarchaeology*, 26: 447-459.
- Fontanals-Coll, M; Subirá, M; Díaz-Zorita, M; Duboscq, S. & Gibaja, J. (2015a). Investigating paleodietary and social differences between two differentiated sectors of a Neolithic community, La Bòbila Madurell-Can Gambús (north-east iberian peninsula). *Journal of Archaeological Science*, 3: 160-170.
- Fuller, B; Márquez-Grant, N. & Richards, M. (2010). Investigation of Diachronic Dietary Patterns on the Islands of Ibiza and Formentera, Spain: Evidence from carbon and nitrogen stable isotope ratio análisis. *American Journal of Physical Anthropology*, 143: 512-522.
- García-Borja, P; Pérez-Fernández, A; Biosca, V; Ribera, A. & Salazar-García, D. C. (2013). Los restos humanos de la Coveta del Flare (La Font de la Figuera, Valencia). En García-Borja, P; Ribera, A. & Biosca, V. (Eds.) *El Naixement d'un Poble. Història i Arqueologia de la Font de la Figuera*. Valencia: Diputació de Valencia: 47-60.
- García-Guixé, E; Martínez-Moreno, J; Mora, R; Núñez, M. & Richards, M. P. (2009). Stable isotope análisis of human and animal remains from the Late Upper Palaeolithic site of Balma Guilanyà, southeastern Pre-Pyrenees, Spain. *Journal of Archaeological Science*, 36: 1018-1026.
- García-Guixé, E; Richards, M. P. & Subirá, M. E. (2006). Paleodiets of humans and fauna at the Spanish Mesolithic site of El Collado. *Current Anthropology*, 47: 549-556.
- Gil, A; Neme, G; Ugan, A. & Tykot, R. (2012). Isótopos estables (^{13}C , ^{15}N y ^{18}O) en la arqueología del sur de Mendoza. En Neme, G. & Gil, A. (comps.)

- Paleoecología humana del sur de Mendoza: perspectivas arqueológicas*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología: 135-156.
- Giralt, S; Moreno, A; Cacho, I. & Valero-Garcés, B. (2017). Una breve síntesis de la evolución climática de la península ibérica durante los últimos 2000 años. *CLIVAR Exchanges*, 73: 5-10.
 - Gómez, J; Constenla, D & Schuster, V. (2013). Análisis de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno y cromatografía gaseosa en cerámica arqueológica del nordeste de la provincia del Chubut (Patagonia Argentina). *Arqueología*, 20 (2): 263-284.
 - Grandal-D'Anglade, A. & Vidal, A. (2017). Caracterización Isotópica de Elba, La Mujer Mesolítica de Chan do Lindeiro (Pedrafita, Lugo, Península Ibérica). *Cuadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*, 39: 89-109.
 - Guerra, S. & Collado, H. (2020). El yacimiento arqueológico de Medellín: historia de la investigación, nuevas evidencias arqueológicas y propuestas para la futura gestión de este enclave patrimonial. *Actualidad de la investigación arqueológica en España I*: 285-301.
 - Heras, C. & Galera, V. (2016). Antropología en la Magdalena. El estudio de restos óseos humanos: ciencia técnica y método entre la multi y la transdisciplinariedad. *Revista Otarq*, 1: 3-27.
 - Heras, C; Galera, V; Bastida, A. & Corrales, R. (2011). Necrópolis bajoimperial y tardorromana de 'La Magdalena III-IV' (Alcalá de Henares): contextualización arqueológica. *Actas de las octavas jornadas de patrimonio arqueológico de la Comunidad de Madrid*: 79-92.
 - Hernández, F. & Galán, E. (1996). *La necrópolis de 'El Mercadillo' (Botija, Cáceres)*. Badajoz: Extremadura Arqueológica VI.
 - Hernández, F. & Martín, A. M. (2017). *La necrópolis de El Romazal y el conjunto arqueológico de Villasviejas del Tamuja (Botija/ Plasenzuela, Cáceres)*. Madrid: LAERGASTULA.
 - Hernández, F; Galán, E. & Martín, A. M. (2008). La necrópolis prerromana de El Romazal I (Plasenzuela, Cáceres). *Zona Arqueológica*, 12: 322-337.
 - Jiménez, J. (2012). Muerte y transfiguración: cremaciones, hecatombes y sacrificios en el final de Cancho Roano (Zalamea de la Serena, Badajoz). *Menga, Revista de Prehistoria de Andalucía*, 3: 187-207.

- Katzemberg, M. A. (2008). Stable Isotope Analysis: a tool for studying past diet, demography, and life history. En Katzemberg, M. A. & Saunders, S. R. (Eds.) *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. Nueva Jersey: John Wiley & Sons: 413-441.
- Kazimierz, R. & Gonfiantini, R. (1990). Isotopos en estudios climatológicos. Los isótopos ambientales nos están ayudando a comprender el clima mundial. *Boletín del OIEA*, 4: 9-15.
- Le Treut, H; Somerville, R; Cubasch, U; Ding, Y; Mauritzen, C; Mokssit, A; Peterson, T. & Prather, M. (2007). Historical overview of Climate Change. En Solomon, S; Qin, D; Manning, M; Chen, Z; Marquis, M; Averyt, K. B; Tignor, M. & Miller, H. L. (Eds.) *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York: Cambridge University Press: 95-127.
- Lira, J; Albizuri, S; Alonso, J. M; Aparicio, M. A; Bover, P; Bravo, D; Frontera, E; García, A; Gil, M; Hidalgo, S; Iborra, M. P; Iglesias, M; Martín, M; Martínez, R. M; Martínez, R; Mayoral, A; Nieto, A; Reina, D; Rey, J; Valenzuela, S; Rodríguez, E; Celestino, S. & Jiménez, J. (2020). Los Caballos sacrificados del yacimiento tartésico de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz): un estudio multidisciplinar. *Badajoz Veterinaria*, 18: 6-15.
- López, J. A; López, L. & Pérez, S. (1991). Los Vettones y sus paisajes: paleoambiente y paleoeconomía de los castros de Ávila. *Arqueología Vettona. La Meseta occidental en la Edad del Hierro*: 141-152.
- López-Costas, O; Müldner, G. & Martínez-Cortizas, A. (2015). Diet and lifestyle in Bronze Age Northwest Spain: the collective burial of Cova do Santo. *Journal of Archaeological Science*, 55: 209-218.
- Makarewicz, C. A. & Sealy, J. (2015). Dietary reconstruction, mobility, and the analysis of ancient skeletal tissues: Expanding the prospects of stable isotope research in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 56: 146-158.
- Makarewicz, C. A. (2016). Toward an Integrated Isotope Zooarchaeology. En Groupe, G. & McGlynn, G. C. (Eds.) *Isotopic Landscapes in Bioarchaeology*. Munich: Springer: 189- 212.
- Márquez, J. (2019). Las áreas funerarias de *Augusta Emerita*. Estado de la cuestión. *Anas*, 31-32: 13-27.

- Martín-Puertas, C; Valero-Garcés, B. L; Mapa, P; González-Sampérez, P; Bao, R; Moreno, A. & Stefanova, V. (2008). Arid and Humid Phases in Southern Spain during the last 4000 years: the Zoñar Lake Record, Córdoba. *The Holocene*, 40: 195-215.
- Mayoral, V. (2021). *Villasviejas del Tamuja (Botija, Cáceres). Desvelamiento del paisaje urbano de un Castro de la Edad del Hierro*. Mérida: Instituto de Arqueología de Mérida.
- McClure, S; García-Puchol, O; Roca, C; Culleton, B. & Kennet, D. (2011). Osteological and paleodietary investigation of burials from Cova la Pastora, Alicante, Spain. *Journal of Archaeological Science*, 38: 420-428.
- Menéndez, A; Sanabria, D; Sánchez, F; Gubello, V. & Jiménez, J. (2013). La necrópolis orientalizante de Valdelagrulla (Medellín, Badajoz). Datos preliminares. *VI encuentro de arqueología del suroeste peninsular: 1000-1027*.
- Molero-Rodrigo, I. (2019). Estudio bioantropológico de dos *maqabir* en Toledo: apuntes sobre indigenismo en al-Ándalus. *Al-Qantara*, XL 2: 407-430.
- Molina, F; Mederos, A; Delgado-Huertas, A; Cámara, J; Peña, V; Martínez, R; Esquivel, F; Granados, A; Jiménez-Brobeil, S. & Esquivel, J. A. (2020). La necrópolis calcolítica de los Millares: dataciones radiocarbónicas y valoración de la dieta y del medio ambiente a partir del análisis de isótopos estables. *Trab. Prehist.* 77, 1: 67-86.
- Molina, F; Nocete, F; Delgado, A; Cámara, J; Martínez, R; Jiménez, S. & Carrión, F. (2019). Diet and environment in Southeastern Iberia during the Bronze Age base don isotope análisis of human remains. *Oxford Journal of Archaeology*, 38 (2): 189-213.
- Morán, L. (20 de julio 2021). El Mausoleo romano de Las Vegas afronta una nueva campaña. *La Tribuna de Toledo*. Recuperado de: <https://www.latribunadetoledo.es/noticia/Z7D077B29-FD90-6E21-42F8B0FED638C743/202107/El-Mausoleo-romano-de-Las-Vegas-afronta-una-nueva-campana> y consultado por última vez el 07/01/2022.
- Morín, J; Sánchez, I. & González, J. R. (2020). Novedades arqueológicas del yacimiento de época visigoda de Los Hitos, Arisgotas (Orgaz, Toledo). *Actualidad de la investigación arqueológica en España II*: 83-95.
- Murciano, J, M. & Sabio, R. (2021). El área funeraria del solar de la ampliación del Museo Nacional de Arte Romano (Mérida): ritualidad y prácticas mágico-

- religiosas de las capas humildes de *Augusta Emerita*. En Ruiz, A. (Coord.) *Morir en Hispania. Novedades en topografía, arquitectura, rituales y prácticas funerarias*. Sevilla: Universidad de Sevilla: 153-174.
- Murciano, J. M. (2019). *Monumenta. Tipología monumental funeraria en Augusta Emerita. Origen y desarrollo entre los siglos I a. C. y IV d. C.* Mérida: Ministerio de Cultura y Deporte.
 - Nehlich, O; Fuller, B; Márquez-Grant, N. & Richards, M. P. (2012). Investigation of diachronic dietary patterns on the islands of Ibiza and Formentera, Spain: Evidence from sulfur stable isotope ratio analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 149 (1): 115-124.
 - Panarello, H. O; Tessone, A. & Zangrando, A. F. J. (2009). Isotopos estables en arqueología: principios teóricos, aspectos metodológicos y aplicaciones en Argentina. *Xama*, 19-23: 115-133.
 - Pereira, J. & De Torres, J. (2014a). Datos para el estudio del mundo funerario durante la II Edad del Hierro en la Meseta Sur: Las necrópolis carpetanas. *Ier Simposio Sobre los Carpetanos*: 319-334.
 - Pereira, J. & De Torres, J. (2014b). El ascenso de los jefes: desigualdad, competición y resistencia en la necrópolis de Palomar de Pintado. *Ier Simposio Sobre los Carpetanos*: 337-348.
 - Pozas, V. (29 de junio de 2021). El Yacimiento de Cáparra se rehabilitará con dos millones del Plan Nacional del Xacobeo 2021/2022. *Ondacero*. Recuperado de: https://www.ondacero.es/emisoras/extremadura/caceres/yacimiento-caparra-rehabilitara-dos-millones-plan-nacional-xacobeo-202122_2021062960daea51aa5b310001d1f319.html y consultado por última vez el 06/01/2022.
 - Redondo, R. (2008). Fundamentos teóricos y técnicos de los isótopos estables. En Alcorio, P; Redondo, R. & Toledo, J. (Coord.) *Técnicas y aplicaciones multidisciplinares de los isótopos ambientales*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid: 9-24.
 - Riera, S. (2006). Cambios vegetales holocenos en la región mediterránea de la península ibérica: ensayo de síntesis. *Ecosistemas*, 15 (1): 17-30.
 - Río-Miranda, J. (2010). *La Ciudad romana de Cáparra, Municipium Flavium Caparense*. Cáceres: Ulazama Ediciones.

- Salas, C. & Jiménez-Brobeil, S. (2020). Reconstruyendo la paleodieta desde lo pequeño: revisión y crítica al método de isótopos estables de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en arqueología. *Revista ArkeoGazte Aldizkaria*, 10: 141-158.
- Salazar-García, D. C. & Silva, V. (2017). Isótopos en la Prehistoria y Arqueología Valencianas. *Sagvntvm-plav*, 19: 75-91.
- Salazar-García, D. C. (2009). Estudio de la dieta en la población neolítica de Costamar. Resultados preliminares de análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno. Torre la Sal (Ribera de Cabanes, Castellón). En Flors, E. (Ed.) *Evolución del paisaje antrópico desde la prehistoria hasta el medievo*. Castellón: Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistoriques: 411-418.
- Salazar-García, D. C. (2011a). Aproximación a la dieta de la población calcolítica de La Vital a través del análisis de isótopos estables del carbono y del nitrógeno sobre restos óseos, La Vital (Gandía, Valencia). En Pérez, G; Bernabeu, J; Carrión, Y; García-Puchol, O; Molina, Ll; Gómez, M. & Puche, M. (Eds.) *Vida y muerte en la desembocadura del Serpis durante el III y el I milenio a. C.* Valencia: Serie Trabajos Varios. S. I. O. 113: 139-143.
- Salazar-García, D. C. (2011b). Patrón de la dieta en la población púnica de Can Marines (Ibiza) a través del análisis de isótopos estables (C y N) en colágeno óseo. *Sagvntvm*, 43: 95-102.
- Salazar-García, D. C. (2012). *Isótopos, dieta y movilidad en el País Valenciano. Aplicación a restos humanos del Paleolítico medio al Neolítico final*. Tesis doctoral, Valencia: Universidad de Valencia.
- Salazar-García, D. C. (2014a). Estudi de la dieta en la població de Cova dels Diablets mitjançant anàlisi d'isòtops estables del carboni i del nitrogen en col·lagen ossi. En Aguilera, G; Roman, D. & García-Borja, O. (Eds.) *Resultats preliminars, La Cova dels Diablets (Alcalá de Xivert, Castelló) Prehistòria a la Serra d'Irta*. Castellón: Diputació de Castelló: 67-78.
- Salazar-García, D. C. (2014b). Aproximación a la dieta de la población de La Angorilla. Resultados preliminares de análisis de isótopos estables del carbono y del nitrógeno sobre restos óseos. En Fernández, A; Rodríguez, A. & Casado, M. (Eds.) *La necrópolis de época tartésica de La Angorilla (Alcalá del Río, Sevilla)*. Sevilla: Universidad de Sevilla: 605-616.

- Salazar-García, D. C. (2016a). Isótopos estables del carbono y nitrógeno en Cabezo Redondo. En Hernández, M. S; García, G. & Barciela, V. (Eds.) *Cabezo Redondo (Villena, Alicante)*. Alicante: Universidad de Alicante: 87-89.
- Salazar-García, D. C. (2016c). Repaso a la evidencia isotópica sobre alimentación en la prehistoria valenciana durante el Mesolítico y el Neolítico. *BILYANA*, 1: 31-46.
- Salazar-García, D. C; Aura, J. E; Olaria, C. R; Tálamo, S; Morales, J. & Richards, M. (2014a). Isotope evidence for the use of marine resources in the Eastern Iberian Mesolithic. *Journal of Archaeological Science*, 42: 231-240.
- Salazar-García, D. C; De Lugo, L. B; Álvarez-García, H. J. & Benito, M. (2013b). Estudio diacrónico de la dieta de los pobladores antiguos de Terrinches (Ciudad Real) a partir del análisis de isótopos estables sobre restos óseos humanos. *Revista Española de Antropología Física*, 34: 6-14.
- Salazar-García, D. C; Romero, A; García-Borja, P; Subirà, E. & Richards, M. P. (2016b). A combined dietary approach using isotope and dental buccal-microwear analysis of humans from the Neolithic, Roman and Medieval periods from archaeological site of Tossal de les Basses (Alicante, Spain). *Journal of Archaeological Science*, reports 6: 610-619.
- Salazar-García, D. C; Vives-Ferrándiz, J; Fuller, B. & Richards, M. P. (2010). Alimentación estimada de la población del Castellet de Bernabé (s. V-III a. C.) mediante el uso de ratios de isótopos estables de C y N. De la cuina a la taula. En Mata, C; Pérez, G. & Vives-Ferrándiz, J. (Eds.) *IV Reunió d'Economia en el primer mil·lenni a. C.* Valencia: Sagvntvm, extra-9: 313-322.
- Sánchez, A. (2014). *La excavación, Conservación y puesta en valor de las calzadas romanas*. Trabajo de Fin de Máster. Alicante: Universidad de Alicante.
- Sánchez, E. (2014). La aplicación de isótopos estables en la arqueología: el caso del $\delta^{18}\text{C}$ en los restos óseos de una población de la edad del bronce de la Mancha: la Motilla de Azuer (Daimiel, Ciudad Real). *@rqueología y Territorio*, 11: 15-24.
- Sánchez, F. (2017). Los Estantes II, una explotación agropecuaria durante la tardoantigüedad, siglos V-VIII d. C. (Malpartida de Cáceres, Cáceres). En González, J. M. (Ed.) *Arqueología urbana en Cáceres II*. Cáceres: Publicaciones del Museo de Cáceres: 155-167.

- Sánchez-López, G; Hernández, A; Pla-Rabes, S; Trigo, R. M; Toro, M; Granados, I; Sáez, A; Masqué, P; Pueyo, J. J; Rubio-Inglés, M. J. & Giralt, S. (2016). Climate reconstruction for the last two millennia in central Iberia: the role of East Atlantic (EA), North Atlantic Oscillation (NAO) and their interplay over the Iberian Peninsula. *Quaternary Science Reviews*, 149: 135-150.
- Silva, P; Bardají, T; Roquero, E; Baena-Preysler, J; Cearreta, A; Rodríguez-Pascua, M. A; Rosas, A; Cari, Z. & Goy, J. L. (2017). El Periodo Cuaternario: La Historia Geológica de la Prehistoria. *Cuaternario y Geomorfología*, 31 (3-4): 113-154.
- Tauber, H. (1981). 13C evidence of dietary habits of prehistoric man in Denmark. *Nature*, 292: 332-333.
- Troll, C. (2003). Ecología del Paisaje. *Gaceta ecológica*, 68: 71-84.
- Tykot, R. H. (2004). Stable isotopes and diet: You are what you eat. En Martini, M; Milazzo, M. & Piacentini, M. (Eds.) *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi"*. Amsterdam: IOS Press: 433-444.
- Uriarte, A. (2010). *Historia del Clima de la Tierra*. Edición Online: Biblioteca Electrónica de Geminis Papeles de Salud. Recuperado de: https://www.academia.edu/8855013/Historia_del_clima_de_la_tierra_Anton_Ur_iarte
- Van der Merwe, N. J. & Vogel, J. C. (1978). 13C content of human collagen as a measure of prehistoric diet in woodland North America. *Nature*, 276: 815-816.
- Van Strydonck, M; Boudin, M; Ervynck, A; Orvay, J. & Borms, H. (2005). Spatial and temporal variation of dietary habits during the prehistory of the Balearic Islands as reflected by 14C, δ 15N and δ 13C analyses on human and animal bones. *Mayurqa*, 30: 523-541.
- Vega, J; Menduiña, R; Herrera, V; Montesinos, L; Fernández, M; Nuño, A; Martín, C. & Bravo, R. (2011). La necrópolis hispanovisigoda de Estevillas – Virgen de la Torre (Madrid). *Actas de las octavas jornadas de patrimonio arqueológico de la Comunidad de Madrid*: 525-530.
- Waterman, A; Beck, J; Thomas, J. & Tykot, R. (2017). Stable isotope analysis of human remains from Los Millares cemetery (Almería, Spain, c. 3200-2200 cal BC): regional comparisons and dietary variability. *Menga*, 8: 15-27.