

ANEXO: ESTUDIO PALINOLÓGICO

Sebastián Pérez Díaz, Sara Núñez de la Fuente

Informe palinológico sobre 15 muestras de sedimento procedentes del yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria)

A.1

INTRODUCCIÓN

La reconstrucción de las sociedades pasadas a través de sus vestigios materiales necesita de la colaboración entre diferentes disciplinas, tanto del ámbito de las ciencias sociales como de las denominadas ciencias de la tierra, para dar explicación a los mecanismos de cambio y evolución de esa población. En este contexto multidisciplinar, el estudio de los restos botánicos recuperados en los diferentes yacimientos arqueológicos contribuye a caracterizar, desde el punto de vista social y económico, a los grupos humanos que lo habitaron.

La paleobotánica se revela esencial para explicar las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente. Intenta ofrecer un marco explicativo a cuestiones como la dinámica forestal, la evolución del clima, las posibilidades de vida vegetal, la antropización del medio (deforestación), la existencia de actividades económicas detectables que dejan huella en el paisaje, los usos del suelo, etc.

En este informe se presentan los resultados del análisis de 15 muestras de sedimento procedentes del yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria). Este análisis es particularmente interesante, habida cuenta de la localización y el uso del depósito. El yacimiento se halla en una de las paredes exteriores de la catedral de Santander y corresponde a una necrópolis medieval con una cronología que se extiende desde el siglo XII hasta el XV.

Este informe ha sido elaborado por la Dra. Sara Núñez de la Fuente, arqueóloga profesional, especialista en arqueopalinología, y el Dr. Sebastián Pérez Díaz, del Dpto. de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Toma de muestra

En febrero de 2023 se procedió a la recogida de un total de 15 muestras de sedimento destinadas a ser estudiadas desde el punto de vista palinológico (cuadro A1). Todas ellas fueron tomadas siguiendo el método estandarizado en palinología arqueológica, minimizando los riesgos de contaminación de la muestra con pólenes procedentes de la lluvia polínica actual.

Más detalladamente, en el caso de Los Azogues se contaba con un perfil estratigráfico abierto y continuo de más de 4 m de profundidad, por lo que se decidió realizar un muestreo en vertical sobre el propio perfil estratigráfico (figuras A1 y A2). Se muestreó siempre por niveles o unidades estratigráficas (UE), previamente definidas por el arqueólogo responsable de la excavación, para lograr cubrir el mayor intervalo temporal y cultural posible.

Una vez decidida la zona de muestreo, se comenzó limpiando el perfil estratigráfico elegido para eliminar la contaminación por polen actual, que debe llevarse a cabo siempre de techo a base. Tras ello, se procedió a introducir aproximadamente 20 g de sedimento en bolsas individuales con cierre tipo zip convenientemente etiquetadas, limpiando, entre muestra y muestra, el material empleado con agua destilada.

El muestreo se realizó partiendo de la muestra más antigua (la más profunda) hacia la más reciente (la más superficial), es decir, siempre de abajo hacia arriba, para evitar de este modo riesgos de contaminación por caída de sedimento. En general, se ha optado por una resolución de muestreo en intervalos aproximadamente de 10 cm entre cada muestra, dependiendo, claro está, de la potencia de cada unidad estratigráfica considerada. De hecho, en alguna de ellas, precisamente para evitar riesgos de contaminación por la presencia de derrumbes, bloques de piedra, raíces, madrigueras, etc., se ha utilizado otro intervalo de muestreo diferente. En algunos casos, se tomaron varias muestras de la misma UE para estudiar la potencial variabilidad a lo largo de una misma.

Tratamiento químico de las muestras palinológicas

El tratamiento químico empleado sigue básicamente el denominado método clásico (Girard y Renault-Miskovsky, 1969; Goeury y Beaulieu, 1979; Faegry e Iversen, 1989; Burjachs, 1990; Moore *et al.*, 1991; Burjachs *et al.*, 2003; López Sáez *et al.*, 2003). Este método consiste en que, tras el lavado del sedimento, éste es sometido a diferentes ataques químicos con ácidos y bases (ácido clorhídrico, hidróxido sódico, hidróxido de potasio), para ir eliminando sucesivamente carbonatos, materia orgánica y silicatos, de tal manera que al final del proceso únicamente reste el contenido espora-palínico. Este último es concentrado mediante un licor

denso, en este caso licor de Thoulet (Goeury y Beaulieu, 1979), que permite separar los microfósiles polínicos y no polínicos del resto por diferencias densimétricas.

La porción final del sedimento se conserva en gelatina de glicerina. Después se monta y se lee en el microscopio óptico. De una forma más pormenorizada, el tratamiento químico seguido puede resumirse en las siguientes etapas:

1. Tras separar el sedimento en vasos de precipitados (30 g por muestra, aproximadamente), se vierte agua destilada y se tamizan, si es necesario. Como elemento de control, se añadió una pastilla de *Lycopodium*, elemento exógeno usualmente empleado para poder estimar la concentración polínica (Stockmarr, 1971). Después se añade ácido clorhídrico (HCl), para eliminar los carbonatos y deshacer las pastillas de *Lycopodium*. Cuando esto ha ocurrido, se procede a neutralizar el HCl mediante sucesivos lavados con agua destilada y centrifugados (5 min a 2500 revoluciones por minuto).
2. Una vez neutralizado el HCl, se añade hidróxido sódico (NaOH) diluido al 20 % para que actúe sobre los silicatos. Para conseguir esto se mete cada muestra en un recipiente con agua caliente durante 20 min. Posteriormente se procede a neutralizar el NaOH mediante sucesivos lavados con agua destilada y centrifugado (5 min a 2500 rpm).
3. Finalmente llega la fase más delicada del tratamiento químico de las muestras, ya que se trata de separar definitivamente el contenido polínico del resto del sedimento por diferencia densimétrica (Girard y Renault-Miskovsky, 1969; Goeury y Beaulieu, 1979). Para ello, tras echar una gota de HCl en cada una de las muestras, se añade un licor denso de concentración del polen denominado licor de Thoulet (elaborado a base de yoduro de potasio, yoduro de cadmio y agua destilada), a densidad 2. Una vez agitado durante un tiempo variable, normalmente unos 50 min en agitador mecánico o apenas 8 seg en un desintegrador celular ultrasónico (desintegrador ultrasónico Sonifer 450 CE con micropunta roscada), este licor es filtrado a través de unos filtros de fibra de vidrio, en los que queda el contenido polínico existente en la muestra, de acuerdo con la densidad antes mencionada. Tras un nuevo ataque de HCl para eliminar los carbonatos del filtro o de ácido fluorhídrico en el caso de usar filtros de fibra de vidrio y su correspondiente neutralización, ya se tiene lista la muestra para ser observada al microscopio.
4. Todas las muestras analizadas en este trabajo han sido conservadas en tubos Eppendorf en glicerina gelatinada. En ningún caso se procedió a su tinción por la evidente posibilidad que existe de que ésta enmascare la ornamentación de ciertos tipos polínicos (Franco Múgica *et al.*, 1997).

La preparación de las muestras que se observarán al microscopio óptico se ha realizado usando portaobjetos de 76 x 26 mm, de 1 mm de espesor, sobre los cuales se han colocado cubreobjetos de 24 x 60 mm, sellándolas finalmente con histolaque para evitar perder la muestra, y que esta quede fijada y sea más fácil su lectura. La identificación se ha realizado mediante microscopía óptica (microscopio Nikon [objetivos de 40x y 100x]).

Microfósiles polínicos

La identificación del polen es posible gracias a que una de las paredes del grano (esporodermis) está constituida por una sustancia muy resistente llamada esporopolenina, lo que permite su conservación a lo largo del tiempo, así como resistir el proceso químico al que son sometidas las muestras. La estructura y composición química de la esporodermis de las esporas de helechos y otros pteridófitos es similar a la de los pólenes, circunstancia por la que también es posible su conservación y estudio. Los principales caracteres diagnósticos de los pólenes son los siguientes:

- Número de granos que presenta. Los pólenes dentro de la antera se encuentran unidos de 4 en 4, en forma de tétradas; pero, al ser liberados de la antera, la mayoría se dispersan de manera individual (mónadas). Más excepcionalmente pueden aparecer unidos en grupos de 2 (diadas), 4 (tétradas) o > 4 granos (poliadas).
- Ornamentación y estructura de la exina. La exina es la capa más externa de la esporodermis, formada a su vez por diferentes capas, la más externa de las cuales (ectexina) puede tener un aspecto liso (sin ornamentación), baculado (presencia de elementos de más de una micra y más altos que anchos), equinados (elementos puntiagudos de más de 3 micras), etc.
- Distribución y forma de las aperturas. Las aperturas son zonas en las que la exina adelgaza e incluso puede desaparecer, favoreciendo la salida del tubo polínico a través del cual se produce la fecundación de la ovocélula. Caracterizan al grano de polen en función de su número, forma y distribución. Existe una denominación específica para estos tipos de caracteres según el número de aperturas, existiendo especies que carecen de ellas y otras que pueden superar el medio centenar (0: inaperturado; 1: mono-, 2: di-, 3: tri-, 4: tetra-, 5: penta-, 6: hexa-, > 6: poli-). Según la forma de estas aperturas, los granos de polen se clasifican en colpados (apertura el doble de larga que de ancha), porados (apertura igual de larga que de ancha) y colporados, una mezcla de ambos. La distribución de las aperturas también es un elemento definitorio, ya se localicen en la zona del ecuador, se distribuyan por toda la superficie o se limiten a los polos (en la zona del ecuador: zono-; por toda la superficie: panto-).
- Forma y tamaño del polen o espora. Debido a que, una vez fuera de la flor, la forma y el tamaño del grano de polen pueden sufrir variaciones como consecuencia de la exposición a las condiciones medioambientales y de sedimentación, estas características son tenidas en cuenta con carácter más orientativo que determinante.

Para la identificación de los morfotipos polínicos se han utilizado colecciones de referencia. Además, se ha utilizado bibliografía diversa sobre las características morfométricas de los palinomorfos (Moore y Webb, 1978; Bonnefille y Riollet 1980; Moore *et al.*, 1991; Blakmore *et al.*, 1992; Reille, 1992, 1995).

Microfósiles no polínicos

Un avance muy importante relacionado con los estudios paleoambientales, que viene desarrollándose desde mediados de los años 70 del siglo pasado, lo constituye el estudio de lo que se ha denominado microfósiles o palinomorfos no polínicos (MNP). Se trata de un conjunto de elementos que encontramos en el residuo palinológico, formado tanto por materia orgánica como mineral, que incluye esporas algales, cianobacterias, esporas fúngicas y restos de talo, cuerpos fructíferos de hongos, fragmentos de briófitos o pteridófitos, microrrestos animales, microfósiles de naturaleza biológica desconocida, etc. (López Sáez *et al.*, 1998, 2000; Van Geel, 2001; Galop y López Sáez, 2002).

El estudio de los microfósiles no polínicos (MNP) no supone preparaciones ni tratamientos químicos adicionales, sino que estos son los mismos que los utilizados en los análisis palinológicos tradicionales (Van Geel, 2001). Supone pues una importante e indispensable fuente de información adicional sobre aspectos paleoecológicos y paleoambientales difíciles de detectar con los análisis polínicos tradicionales versados exclusivamente en el estudio del polen.

En el protocolo palinológico, los microfósiles no polínicos pueden colaborar eficazmente a conocer aspectos tales como el grado de contaminación de las aguas, la evolución temporal del trofismo, la utilización selectiva del fuego, el origen natural o antrópico de los incendios, la relación entre los periodos de sequedad y humedad, el nivel de circulación del agua, la variación del nivel de la capa freática, el grado de erosión, e incluso del mismo nivel de antropización de un yacimiento en el sentido de poder cuantificar el grado de ocupación.

Para la identificación de estos MNP se ha recurrido a abundantes referencias bibliográficas (Van Geel, 1978; Pals *et al.*, 1980; Van Geel *et al.*, 1981, 1983, 1989, 2003; Bakker y van Smeerdijk, 1982; Pantaleón *et al.*, 1996; López Sáez *et al.*, 1998, 2000). Los MNP identificados se han denominado según la tipología establecida para cada uno de ellos por la escuela del Dr. B. van Geel de la Universidad de Ámsterdam (Holanda), aunque en la mayor parte de los casos es posible su identificación a nivel genérico o específico.

Elaboración y representación de los datos palinológicos

A la hora de considerar si una muestra polínica es representativa para la interpretación de un análisis paleopalinológico, hay que tener en cuenta dos conceptos: la suma base polínica (*pollen sum*) y la diversidad taxonómica. En este trabajo se acepta que una muestra es representativa de la vegetación de su entorno cuando (López Sáez *et al.*, 2003):

- La suma base polínica cuenta con 200 granos de polen, descontando los taxa hidro-higrófilos, microfósiles no polínicos, del género *Aster*, *Cardueae* y *Cichorioideae*.
- Estén presentes al menos 20 taxas diferentes en la suma base polínica.
- El porcentaje depólenes indeterminables no supera el 50 % de la suma base polínica.

El último paso seguido en el análisis polínico ha sido la elaboración de una gráfica que muestre el desarrollo de los distintos tipos polínicos y no polínicos a lo largo de la secuencia. El tratamiento de datos y la representación gráfica se han realizado con ayuda de los programas TILIA y TGview (Grimm, 1992, 2004), junto con el programa de tratamiento de imagen Inkscape (*software* libre) para el perfeccionamiento de las figuras. Para la elaboración del diagrama polínico, como ya se ha contado, se han excluido de la suma base los taxa hidro-higrófilos, los microfósiles no polínicos, así como *Aster*, *Cardueae* y *Cichorioideae*, debido a que por su carácter zoófilo suelen estar sobrerrepresentados (Bottema, 1975; López Sáez *et al.*, 1998, 2000, 2003). El porcentaje relativo de estos palinomorfos excluidos se ha calculado respecto a la suma total (figura A3).

A.3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer comentario se refiere al estado de conservación de los restos esporopolínicos. En general, los microrrestos vegetales estaban en un estado de conservación bastante comprometido, lo que ha dificultado enormemente la asignación a tipos polínicos. En lo que se refiere a la representatividad de las muestras, 9 de ellas han resultado estériles o no ser estadísticamente representativas (al no contener el mínimo de microrrestos señalados en el apartado 2.4). Tan solo 6 muestras del total han alcanzado el umbral mínimo antes señalado (más de 200 granos de polen, descontando los taxa hidro-higrófilos, microfósiles no polínicos, género *Aster*, *Cardueae* y *Cichorioideae*, un mínimo de 20 taxas diferentes y con una variedad taxonómica adecuada, y valores de indeterminable inferiores al 3 %).

En lo que se refiere a la composición de la cubierta vegetal en el entorno de Los Azogues (figura A3), los valores de polen arbóreo oscilan entre 40,8-46,6 %. A escala local, los taxones más representativos son los caducifolios; entre ellos los *Quercus* caducifolios (englobando *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus faginea*, 5,7-10,8 %), los avellanos (*Corylus*, 1,9-9,4 %) los abedules (*Betula*, 5,7 %) y los tilos (*Tilia*), dibujando la existencia de pequeñas manchas de bosques mixtos caducifolios en el entorno, bien adaptados a un clima atlántico dominado por la humedad ambiental. En relación con esas mismas condiciones ambientales, se documentan algunos taxones típicos de ambientes riparios, como los sauces (*Salix*, 5,7-11,3 %), alisos (*Alnus*, valores máximos de 7,7 %), fresnos (*Fraxinus*, valores máximos de 7,5 %) y olmos (*Ulmus*), si bien, teniendo en cuenta factores topográficos y ambientales locales, bien podrían estar relacionados con cursos de agua corriente estables, o bien con los bosques mixtos caducifolios antes mencionados. El historiador del siglo XVI Juan de Castañeda describía en 1592 los alrededores de la ciudad de Santander de la siguiente manera: “Tiene muchos

montes, principalmente de robles, encinas, castaños y hayas". Del mismo modo, la descripción de este paisaje se repite, en este caso haciendo referencia a la comarca de Las Asturias de Santillana, de la que se dice: "Es toda llena de bosques de grandíferos y poblada de muchos bosques y arboledas de grandes e infinitos castaños, nogales y robles" (Díez Herrera, 1987).

Otros morfotipos identificados son los pinares de *Pinus sp.*, con valores máximos de 9,3 %. Sin embargo, debido a su gran producción polínica y amplia dispersión geográfica (a causa de su polinización anemófila), su representación paisajística local era residual. Los estudios de lluvia polínica actual han demostrado que tan solo cuando se documentan valores de más del 60 % se puede considerar la existencia de pinares a escala local (López Sáez *et al.*, 2013). En este caso, debemos suponer la presencia de pinares a escala regional, posiblemente en las zonas montañosas cercanas, donde diferentes estudios paleobotánicos han documentado la presencia de estos pinares en la zona del Asón (Pérez Díaz *et al.*, 2016a), como referencia más cercana, pero tampoco en unos porcentajes (< 20 %) que nos hagan pensar en amplios bosques de pinos, sino más bien en un paisaje que contaría con una banda de pinares no demasiado extensa por encima del bosque caducifolio. Encontramos también en esta localización de Los Collados del Asón un paisaje muy similar al de Los Azogues para las mismas cronologías, con una composición de bosques caducifolios que oscila entre 35,5 y 58 %, formados principalmente por avellanos y robles, y acompañados por tilos, olmos y sauces.

En la región cantábrica, la existencia de pinares ha sido ampliamente documentada en prácticamente todos los yacimientos y turberas que se han estudiado a lo largo del tiempo. Sin embargo, la presencia de estos pinos, más extensa durante el Pleistoceno, se vio reducida con la llegada del Holoceno, que habría sido un periodo de mejoría climática general. Las condiciones más térmicas de ese momento climático habría provocado, por tanto, el retroceso de los pinares y el desarrollo de formaciones caducifolias (robledales y hayedos), tal y como se ha descrito en registros polínicos regionales del tramo oriental cantábrico, caso de las turberas de Zalama, Los Tornos y Culazón (Peñalba, 1989; López Sáez *et al.*, 2013; Pérez Díaz *et al.*, 2016b), en Lago de Ajo en la parte central de la cordillera cantábrica (Allen *et al.*, 1996), o en la turbera del Alto de la Espina en Asturias (López Merino *et al.*, 2011).

Otros componentes arbóreos interesantes son los castaños (*Castanea*), identificados con valores máximos de 7,5 %. La presencia de castaño (*Castanea sativa* Mill) en el suroeste de Europa sigue siendo objeto de debate, ya que muchos autores solo consideran la presencia de esta especie en estos territorios como consecuencia de su cultivo intensivo desde la época romana (Scarascia-Mugnozza *et al.* 2000, Conedera *et al.*, 2004; Krebs *et al.*, 2004). Sin embargo, el registro paleobotánico lo documenta en el suroeste de Europa desde el Plioceno y Pleistoceno Inferior (Huntley y Birks, 1983). En la península ibérica se ha identificado en el registro fósil al menos desde el Pleistoceno Inferior (Can Guardiola, Atapuerca), así como en el Pleistoceno Medio (Lezetxiki, Atapuerca, Torralba, Ambrona, Formación Pinedo, Bolomor), posiblemente en relación con refugios glaciares. Desde diferentes ámbitos científicos se ha propuesto el carácter autóctono del castaño para la península ibérica (García Antón *et al.*, 1990; Morla Juaristi, 1996), y los datos paleobotánicos vienen apoyando esta hipótesis (Carrión *et al.*, 2003; Gómez Orellana *et al.*, 2007; Muñoz Sobrino *et al.*, 2004; Postigo Mijarra *et al.*,

2008, 2010, López Sáez *et al.*, 2017). En el contexto del norte de la península ibérica se ha documentado la presencia de castaño en el yacimiento arqueológico de Laminak II desde *circa* 12.500 cal BP (Uzquiano, 1994), en la turbera de Gesaleta desde *circa* 10.000 cal BP (Ruiz-Alonso *et al.*, 2019), en la turbera de Arbarrain desde *circa* 8.000 cal BP (Pérez Díaz *et al.*, 2018), en Atxuri desde *circa* 4.500 cal BP (Pérez Díaz *et al.*, 2015), por poner solo algunos ejemplos. Por ello, su presencia en este contexto no es extraña. En cualquier caso, su escasa representación no parece derivada de procesos de cultivo, sino más bien de especies silvestres.

Otro morfotipo interesante es el tejo (*Taxus*), poco frecuente en los registros palinológicos debido a problemas de conservación y escasa dispersión (Cortés *et al.*, 2000) y que en este caso se ha identificado en las muestras procedentes de las unidades estratigráficas 15 y 16 (figura A3). Su grano de polen, además, tiene bajo contenido de esporopolenina, por lo que la susceptibilidad a la oxidación es elevada (Havinga 1964, 1967), lo que favorece que su representación polínica sea generalmente baja. En este caso, sus valores reducidos (no superiores al 3 %) sí son suficientes para señalar la existencia de algún pie aislado en las cercanías del asentamiento. La presencia de tejo se ha documentado en la región antábrica en diferentes yacimientos y turberas desde la prehistoria, con la presencia de madera carbonizada en el caso de las cuevas de El Mirón (Zapata 2012), Mazaculos II (Uzquiano 1992, 1995) y el yacimiento de Peña Oviedo (Díez Castillo, 1996, 2008), y mediante análisis polínicos en la turbera de Cueto de la Avellanosa (Núñez de la Fuente, 2018). La madera de tejo es conocida por su alto valor, ya que es fuerte, densa y de muy buena calidad. Esto ha condicionado su uso en el pasado para numerosas actividades, entre ellas para la fabricación de armas, documentadas al menos desde el Paleolítico (Oakley *et al.*, 1977; Thieme y Veil, 1985). Confeccionados también con madera de tejo, eran el arco y el mango del hacha que llevaba Ötzi, “el hombre de los hielos”, localizado en 1991 debido a la fusión de los glaciares en los Alpes (*circa* 5.300 cal BP), en la frontera entre Italia y Austria (Spindler, 1994). También eran conocidos durante la Edad Media los arcos y las lanzas fabricados con madera de tejo. En 1396 existe una referencia: Martín, balletero del rey de Navarra, Carlos III el Noble, fue enviado a los montes de Burunda y Amescua a cortar tejos para hacer arcos de ballesta (Schwendtner, 2010). El excesivo uso de este árbol para la realización de armas hizo aparecer legislaciones medievales para protegerlo, remontándose incluso a la Alta Edad Media en varios países europeos. En España, los antiguos fueros de Soria y Segovia protegían al tejo y al acebo, pese a su uso forrajero, no permitiendo aprovechar más que las ramas que pudieran cortarse a mano y no con hacha o cuchillo (Ruiz Alonso, 2014). El tejo también ha sido utilizado a lo largo de la historia como elemento constructivo por su robustez y durabilidad, como forraje para los animales, e incluso en yacimientos relacionados con la estabulación de animales. Parece que se usaba a modo de insecticida, por sus conocidas propiedades antibacterianas y antimicrobianas (Daniewski *et al.*, 1998; Erdemoglu y Sener, 2001).

Algo similar se puede decir de la presencia en la unidad estratigráfica 7 (inhum. 81) de *Olea europaea*, si bien con valores muy reducidos (0-1,9 %). En este caso, bien pudiera tratarse de la especie silvestre, asociada a formaciones esclerófilas de encinar cantábrico (junto con el madroño, que también se ha identificado), o algunos cultivos puntuales

de olivo, si bien en el estado actual de nuestro conocimiento no es posible aportar más información al respecto.

Los arbustos tienen una representación muy baja (máximos de 9,5 %). Están presentes algunos taxones típicos de los paisajes atlánticos como brezales (*Calluna vulgaris*, *Erica tipo*), tojos (*Genista/Ulex*) y otros de ambientes más secos y térmicos, como madroños (*Arbutus*) o enebros (*Juniperus tipo*), estos quizá adaptados a formaciones esclerófilas de tipo encinar cantábrico.

El componente herbáceo es muy importante (valores entre 44,6 y 59,2 %), señalando el dominio de los espacios abiertos compuestos por praderas de gramíneas (*Poaceae*, 15,4-26,4 %), junto con comunidades de inspiración antrópico-nitrófila y antropo-zoógena (géneros *Aster*, *Cardueae*, *Cichorioideae*, *Chenopodiaceae*, *Urtica dioica tipo*, *Plantago lanceolata*), indicando un grado muy importante de antropización del espacio (figura A4). Destaca entre ellos los valores de *Cichorioideae* (familia de las compuestas), habitualmente sobrerrepresentadas en contextos arqueológicos debido a su polinización zoófila y que alcanza valores máximos de 36,5 %. No se han detectado especies cultivadas, habitualmente cereales; sin embargo, los elevados valores que alcanzan las fabáceas (9,2 %) hacen pensar en algún tipo de cultivo relacionado con las leguminosas.

Otros taxones identificados son *Brassicaceae* y *Ranunculaceae*, con valores máximos de 11 y 5,6 %, respectivamente. En cuanto a las plantas hidro-higrófilas, se encuentran tanto *Filicales monolet* como *trilete*, con valores elevados (42,8 y 11,2 %, respectivamente). Destaca, asimismo, la presencia de *Polypodium vulgare* (1,9-24,9 %) y de *Cyperaceae* (0,6-11 %), especies habituales en contextos húmedos.

Por último, los microfósiles no polínicos son variados. Cabe destacar la presencia de *Glo-mus cf. fasciculatum* y *Pseudoschizaea circula*, ambos indicadores de la concurrencia de procesos de antropización por remoción de sedimentos, si bien en ambos casos sus valores no son demasiado elevados (máximos de 7,7 y 4,4 %, respectivamente).

Desde el punto de vista paleoclimático, el período cronológico en el que se enmarcan las muestras analizadas (siglos XII-XV) se inscribe en dos fases diferentes. La primera dura hasta circa 1.350 cal AD (período cálido medieval), caracterizado en el suroeste de Europa por temperaturas y precipitaciones en ascenso. Este fenómeno es evidente en algunos depósitos, si bien algo alejados del entorno de Santander, como el caso de la turbera de Prados de Randulanda (Álava), donde la alta resolución de su análisis permite identificar esta fase (Pérez Díaz, 2012). En el caso del yacimiento arqueológico de Los Azogues, la presencia de vegetación esclerófila puede ser una evidencia de este momento.

Tras esta última anomalía de carácter árido y cálido medieval, se produce un nuevo y rápido cambio climático, de carácter frío, pero en este caso hacia condiciones de mayor humedad (Mayewski *et al.*, 2004), que dan lugar a la conocida como Pequeña Edad del Hielo. Su inicio, según autores, podría establecerse entre 1300 y 1400 cal AD (Desprat *et al.*, 2003;

Mayewski *et al.*, 2004; Mann, 2007; Jalut *et al.*, 2009), extendiéndose hasta mediados del siglo XIX cal AD (*circa* 1850 cal AD), con una fase inicial más seca hasta 1550 cal AD, y otra más húmeda que perdura hasta la actualidad (Bradley y Jones, 1993).

A lo largo de la Pequeña Edad del Hielo, no obstante, se documentan al menos cuatro momentos que representan mínimos de temperatura, relacionados, entre otros factores, con la disminución de la actividad solar (Grove, 2001; González Rouco *et al.*, 2003; Steinhilber *et al.*, 2009). Son los denominados mínimos de Wolf (*circa* 1280-1350 cal AD), Spörer (*circa* 1460-1550 cal AD), Maunder (*circa* 1645-1715 cal AD) y Dalton (*circa* 1790-1820 cal AD), de los cuales el más pronunciado sería el mínimo de Maunder. La fase más fría se sitúa entre 1570-1730 cal AD, y también otra en el siglo XIX cal AD (Bradley y Jones, 1993), a las que posteriormente se hará mención.

En el caso del yacimiento arqueológico de Los Azogues, debido a la escasa resolución con que contamos hasta el momento en el estudio palinológico, esta fase no ha podido ser identificada. Sin embargo, esta fase sí está documentada en otros lugares como la turbera de Prados de Randulanda antes mencionada, donde, desde *circa* 1320 cal AD, la reconstrucción paleoclimática muestra un descenso térmico prolongado, acompañado de un régimen irregular de precipitaciones (Pérez Díaz, 2012).

A.4

CONCLUSIONES

El estudio palinológico de la necrópolis medieval de Los Azogues presenta características relativamente homogéneas a lo largo de la secuencia estudiada. De este análisis se deduce que el lugar del yacimiento estaría compuesto a nivel paisajístico por un bosque de tipo caducifolio en lo que se refiere al estrato arbóreo. En este paisaje, especies como el roble, el sauce o el avellano tienen una buena presencia. A estas especies las acompañan otras típicas del cortejo del bosque caducifolio, como serían el aliso, el abedul o el fresno, evidenciando de este modo un momento climático relativamente húmedo. Los pinares, aunque también están representados en el paisaje de estos momentos, y dado el relativamente bajo porcentaje de los mismos (máximo de 9,3 %) se encontrarían en lugares más alejados, y posiblemente se trate de una presencia a escala regional y no local, o bien de pinos aislados en el entorno, sin constituir de ninguna manera formaciones dominantes en las cercanías del yacimiento de Los Azogues.

Apoyan los datos anteriores referentes a un clima húmedo la presencia de vegetación hidro-higrófila, como son los diferentes tipos de helechos. No obstante, el espacio que rodeaba al yacimiento habría estado dominado más por zonas abiertas, en las que la vegetación herbácea era la más importante, siendo los arbustos muy escasos. En concreto, el dominio paisajístico correspondía a pastizales de gramíneas junto con comunidades antrópicas-nitrófilas, lo que podría estar evidenciando que esta población habría estado ligada, entre otras cosas, a actividades económicas productoras, pues estos pastizales de gramíneas corresponderían a pastizales de uso ganadero.

CUADRO A.1. *Procedencia y representatividad de las muestras estudiadas en el yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria)*

MUESTRA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA (UE)	REPRESENTATIVIDAD
15	UE-4-TOP	Estéril
14	UE-4-BASE	Estéril
13	UE-4	No representativo
12	UE-13	Estéril
11	UE-5	No representativo
10	UE-6	No representativo
9	UE-7-TOP	Sí
8	UE 7. INHUM 82	Sí
7	UE 7. INHUM 81	Sí
6	UE-7-BASE	Estéril
5	UE-11	Sí
4	UE-15	Sí
3	UE-16	Sí
2	UE 19-TOP	No representativo
1	UE 19-BASE	Estéril



Figura A.1. *Localización de las muestras de la UE 4 en el yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria).*



Figura A.2. *Localización de las muestras en el perfil estratigráfico del yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria).*

