

# ArkeoGazte

Revista de Arqueología - Arkeologia aldizkaria



*Monográfico:  
Arqueología y medio ambiente,  
una historia de una ida y una vuelta*

*Monografikoa:  
Arkeologia eta igurumena,  
ida eta etorri baten istorioa*

## REVISTA ARKEOGAZTE/ARKEOGAZTE ALDIZKARIA

N.º 3, año 2013. urtea 3.zbk.

Monográfico: Arqueología y medio ambiente, una historia de una ida y una vuelta

Monografikoa: Arkeologia eta igurumena, joan eta etorri baten istorioa

Monographic: Archaeology and environment, there and back again

### COMITÉ EDITORIAL/ERREDAKZIO BATZORDEA

Carlos Duarte Simões (*Universidad de Cantabria*)  
Marta Fernández Corral (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Maite Iris García Collado (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Begoña Hernandez Beloqui (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Clara Hernando Álvarez (*Universidad de Salamanca*)  
Blanca Ochoa Fraile (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Alejandro Prieto de Dios (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Aitor Sánchez López de Lafuente (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Carlos Tejerizo García (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)

### COMITÉ CIENTÍFICO/BATZORDE ZIENTIFIKOA

Xurxo Ayán Vila (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Belén Bengoetxea Rementeria (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Margarita Díaz-Andreu (*ICREA, Universitat de Barcelona*)  
Javier Fernández Eraso (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Margarita Fernández Mier (*Universidad de León*)  
Alfredo González Ruibal (*CSIC-Incipit*)  
Juan Antonio Quirós Castillo (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Manuel Santonja Gómez (*CENIEH Burgos*)  
Alfonso Vigil-Escalera Guirado (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)  
Lydia Zapata Peña (*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea*)

### TRADUCCIÓN/ITZULPENEA

Marta Fernández Corral; Maite Iris García Collado; Begoña Hernández Beloqui; Blanca Ochoa Fraile

### MAQUETACIÓN, WEB Y DISEÑO/MAKETAZIOA, WEB ETA DISEINUA

Begoña Hernandez Beloqui; Clara Hernando Álvarez; Idoia Grau Sologestoa; Blanca Ochoa Fraile; Aitor Sánchez López de Lafuente; Alain Sanz Pascal; Carlos Tejerizo García

### EDITADO POR



ARGITARATUA

REVISTA ARKEOGAZTE es una revista científica de ARQUEOLOGÍA, editada por ARKEOGAZTE: ASOCIACIÓN DE JÓVENES INVESTIGADORES EN ARQUEOLOGÍA PREHISTÓRICA E HISTÓRICA con periodicidad anual y en la que los originales recibidos son evaluados por revisores externos mediante el sistema conocido como el de doble ciego. Se compone de las siguientes secciones: MONOGRÁFICO, VARIA, ENTREVISTA, RECENSIONES y publica trabajos originales de investigación en torno a una temática definida, trabajos originales de temática arqueológica libre, notas críticas de trabajos arqueológicos actuales o entrevistas a personalidades científicas de la Arqueología. Los originales se publican en castellano, euskera e inglés. El Consejo de Redacción puede admitir originales remitidos en italiano, portugués, francés, gallego y catalán.

ARKEOGAZTE ALDIZKARIA, ARKEOLOGIA aldizkari zientifikoa da, ARKEOGAZTE: HISTORIAURREKO ETA GARAI HISTORIKOKO ARKEOLOGIA IKERTZAILE GAZTEEN ELKARTEAK argitaratua eta urtean behin kaleratzen dena. Jasotako originalak kanpoko zuzentzaileen bidez ebaluatzen dira bikun itsua deritzon sistemari jarraituz. Aldizkaria hurrengo atalek osatzen dute: MONOGRAFIKOA, VARIA, ELKARRIZKETA, AIPAMENAK, hau da, zehaztutako gai baten inguruko ikerketa lan originalak, edozein gai arkeologikoari buruzko lan originalak, egungo lan arkeologikoen nota kritikoak edo Arkeologiaren munduko pertsona zientifikoei egindako elkarrizketak argitaratuko dira. Originalak gazteleraz, euskaraz eta ingelesez argitaratuko dira. Erredakzio Batzordeak italieraz, portugaldarrez, frantsesez, galizieraz eta katalunieraz idatzitako originalak onar ditzake.

### DIRECCIÓN/HELBIDEA

Taller y depósito de materiales de arqueología (UPV/EHU), c/Fco. Tomás y Valiente, s/n, 01006 Vitoria-Gasteiz. [arkeogazterevista@gmail.com](mailto:arkeogazterevista@gmail.com).

### PÁGINA WEB/WEB ORRIALDEA

[www.arkeogazte.org](http://www.arkeogazte.org)



[Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Monográfico:  
Arqueología y medio ambiente,  
*una historia de una ida y una vuelta*

Monografikoa:  
Arkeologia eta ingurumena,  
*joan eta etorri baten istorioa*



**Revista Arkeogazte**

Nº3, pp. 27-49, año 2013

Recepción: 18-V-2013; Revisión: 25-VI-2013; Aceptación: 29-VI-2013

ISSN: 2174-856X

## **PERSPECTIVAS TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS EN ANTRACOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE LAS SOCIEDADES HUMANAS Y SU ENTORNO**

*Theoretical and methodological approaches in anthracology for studying relationships between  
human societies and their environment*

*Giza gizarteen eta beraien ingurumenaren arteko harremanen ikerketarako antrakologi  
perspektiba teoriko eta metodologikoak*

Ethel Allué (\*, \*\*)

Itxaso Euba (\*\*\*)

Llorenç Picornell (\*\*\*\*, \*\*\*\*\*)

Alex Solé (\*)

### **Resumen:**

El objetivo de este trabajo es ofrecer una visión amplia de la antracología a través de diferentes trabajos para explorar las diversas aproximaciones teóricas y metodológicas de esta disciplina. De este modo mostraremos el interés de la antracología como medio para obtener datos sobre comportamiento humano y sobre aspectos culturales y económicos de las sociedades pretéritas. Analizaremos las diferentes aproximaciones de la disciplina a través de tres ejemplos: El Abric Romaní que presenta una secuencia del Paleolítico, el Talayot de ca's Canar un contexto de carácter social y/o ceremonial de la Edad del Hierro y un horno de resina de época romana. Cada uno de los contextos y periodos a los que están adscritos proporcionan una perspectiva de la antracología diferente que nos permite realizar inferencias sobre los distintos usos de la madera y las diversas comunidades vegetales en el NE de la Península Ibérica y de las Illes Balears.

### **Palabras clave:**

Antracología, Península Ibérica, Illes Balears, prehistoria, protohistoria, antigüedad, relaciones sociedad-medio ambiente.

\* Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, C/ Marcel·lí Domingo s/n Campus Sescelades URV (Edifici W3) 43007-Tarragona, España.

\*\*Àrea de Prehistòria. Universitat Rovira i Virgili, Av. Catalunya, 35, 43002 Tarragona, España.

\*\*\* Insitut Català d'Arqueologia Clàssica. Plaça Rovellat s/n 43003 Tarragona, España.

\*\*\*\* Archéozoologie, archéobotanique: sociétés, pratiques et environnements (CNRS - UMR 7209). MNHN, 55 Rue Buffon, 75005 Paris, Francia.

\*\*\*\*\* SERP – Universitat de Barcelona. C/ Montalegre 6-8, 08001, Barcelona, España.

**Summary:**

The main objective of this paper is to offer a wide perspective of anthracology (charcoal analysis) through different studies in order to explore the diverse theoretical and methodological approaches of the discipline. We illustrate the interest of anthracology as a way to create datasets related to human behaviour and to cultural and economic aspects of past societies. We will analyse the different approaches of the discipline through three examples: The Abric Romani site with a Palaeolithic sequence, the Talayot de ca's Canar a social and/or ceremonial context and a roman gum oven. Each of these contexts and chronological periods provide a specific anthracological perspective which allows suggesting inferences in relation to different wood uses and different vegetal communities at the NE of the Iberian Peninsula and the Balearic Islands.

**Key words:**

Anthracology, Iberian Peninsula, Balearic Islands, Prehistory, Protohistory, Antiquity, society-environment relationships.

**Laburpena:**

Lan honen helburua antrakologiaren ikuspegi zabal bat eskaintzea da lan desberdinen aurkezpenaren bidez, diziplina honen hurbilketa teoriko eta metodologiko desberdinak aztertze. Honetarako antrakologiaren interesa erakutsiko dugu izakiaren portaera eta iraganeko gizartearen aspektu kultural eta ekonomikoei buruz datuak lortzeko tresna moduan. Diziplina honen posibilitateak hiru adibideekin aztertuko ditugu: Paleolitikoko sekuentzia bat aurkezten duen Abric Romani, ca's Canar-en Burdin Aroko Talaiota, izaera sozial eta/edo zeremonial bateko testuinguru batekin eta Antzinaroko erretxin labe bat. Testuinguru eta garai bakoitzak antrakologiaren hainbat ikuspuntu eskaintzen digute eta hauek, Iberiar Penintsularen ipar-ekialdeko eta Balearen Uharteetako egurraren eta hainbat landare komunitateen erabilerari buruzko ondorioak lortzeko aukera ematen digute.

**Hitz Gakoak:**

Antrakologia, Iberiar Penintsula, Balear Uharteak, Historiaurrea, Protohistoria, Antzinaroa, ingurune-gizarte harremanak.

**1. La antracología en su contexto: arqueología, naturaleza y sociedad**

La antracología es una disciplina arqueológica dedicada al estudio de restos de carbón procedentes de contextos arqueológicos. Como otras disciplinas arqueológicas, la antracología, se ha configurado teórica y metodológicamente en relación a planteamientos duales que navegan entre sociedad y medio ambiente, entre personas y plantas, entre lo natural (la vegetación) y lo cultural (el comportamiento humano). Por una parte, entre los arqueólogos "científicos" se han desarrollado un gran número de estudios orien-

tados al análisis de las características y dinámicas de los diversos elementos del medio ambiente de las sociedades en el pasado, configurándose así una práctica arqueológica que ha recibido diversos nombres (*environmental archaeology*, *human paleoecology*, *ecological archaeology*, *cultural ecology*, *human behavioural ecology*), con su propia agenda teórica y metodológica y con sus propias plataformas de comunicación (congresos, programas académicos y publicaciones específicas). Por otra parte, los arqueólogos "teóricos" han considerado muy a menudo la información generada mediante estas técnicas analíticas poco apropiada para el estudio social y

la interpretación de las culturas del pasado (TRIGGER, 1992:28).

El nombre *antracología* se generaliza entre los arqueólogos europeos, y especialmente francófonos, en relación a la que se ha llamado “corriente paleoecológica” (PIQUÉ, 1999: 34-35). El objetivo principal de este tipo de trabajos era el análisis de la composición de la vegetación en el pasado y de sus dinámicas diacrónicas, con el objetivo de reconstruir sistemas paleoecológicos y evaluar el “impacto antrópico” ejercido sobre éstos (p.ej. CHABAL, 1997). Por su parte, en los Estados Unidos de América se desarrolló la “corriente funcionalista o paleoetnobotánica” (PIQUÉ, 1999: 34-35). En este contexto, la denominación *antracología* es completamente ajena. Este grupo de especialistas se refieren al estudio de carbones arqueológicos como *charcoal analysis*, una práctica integrada en la *archaeobotany*, disciplina encargada del estudio de los restos de plantas procedentes de yacimientos arqueológicos. Finalmente, el estudio de cualquier tipo de uso de plantas por sociedades humanas en el pasado reflejada en el registro arqueológico se conoce como *paleoethnobotany* (FORD, 1979: 286). Así, esta corriente distingue claramente entre datos (arqueobotánica, *charcoal analysis*) e interpretación de los usos de plantas mediante el registro arqueológico (*paleoethnobotany*) y descarta que los datos arqueobotánicos deban orientarse al análisis y reconstrucción de la vegetación pretérita (FORD, 1979; POPPER y HASTORF, 1988). Asimismo, diversos autores de esta corriente distinguen explícitamente entre “paleoetnobotánicos/as”, dedicados al estudio del uso de plantas en el pasado mediante datos arqueobotánicos, de los “arqueólogos/as”, ya que estos segundos carecen del bagaje “científico” requerido para ello (BUURMAN y PALS, 1994). Este escenario ha generado controversias y confusiones entre las tradiciones académicas norteamericana y europea y entre investigadores de escuelas francófonas y anglófonas (HASTORF, 1999). Asimismo, ha conducido a finales

del siglo XX a la antracología a una situación de cierto desprestigio, tanto en el campo arqueológico como paleoambiental.

Con este estímulo, la antracología ha vivido en las últimas décadas un gran desarrollo en diversos frentes que está evidenciando las posibilidades de la disciplina en relación a diversos campos de estudio que son de interés tanto para la arqueología como para disciplinas paleoambientales (ASOUTI y AUSTIN, 2005; PIQUÉ, 1999; 2006; PICORNELL *et al.*, 2011; PICORNELL, 2012; DUFRAISSE, 2012). Por una parte, las aportaciones de la antracología al conocimiento de las dinámicas de la vegetación pretérita y sus interacciones con los grupos humanos se ha consolidado como una relevante línea de estudio en muchas regiones del mundo (ver entre otros las actas de los congresos del *International Meeting of Anthracology* VERNET, 1992, THIÉBAULT, 2002; FIORENTINO *et al.*, 2008; BADAL *et al.*, 2012; DAMBLON, 2013). Por otra parte, los y las antracólogos/as participan de forma importante en debates arqueológicos de interés general, como son los procesos de neolitización y las transiciones de economías cazadoras-recolectoras a agrícolas (p.ej. DUFRAISSE, 2005; OUT, 2012). Asimismo, la antracología ha empezado a participar activamente en debates arqueológicos de carácter teórico (PIQUÉ, 1999; PICORNELL, 2009a, 2009b, 2012) o en el desarrollo de nuevos campos de estudio de la etnoarqueología, la tafonomía y la dendrología (ZAPATA *et al.*, 2003; DUFRAISSE, 2006; THÉRY-PARISOT *et al.*, 2010; PICORNELL *et al.*, 2011; GARCÍA MARTÍNEZ y DUFRAISSE, 2011).

Así, el objetivo de este trabajo es realizar un repaso a los diferentes aspectos teóricos y metodológicos de la antracología. Para ello, analizaremos las diversas perspectivas arqueológicas desarrolladas en relación a esta dualidad naturaleza-cultura del registro antracológico y a las diversas propuestas de desarrollo de la disciplina. Asimismo presentamos tres ejemplos de estudios antracológicos sobre contextos arqueológicos,

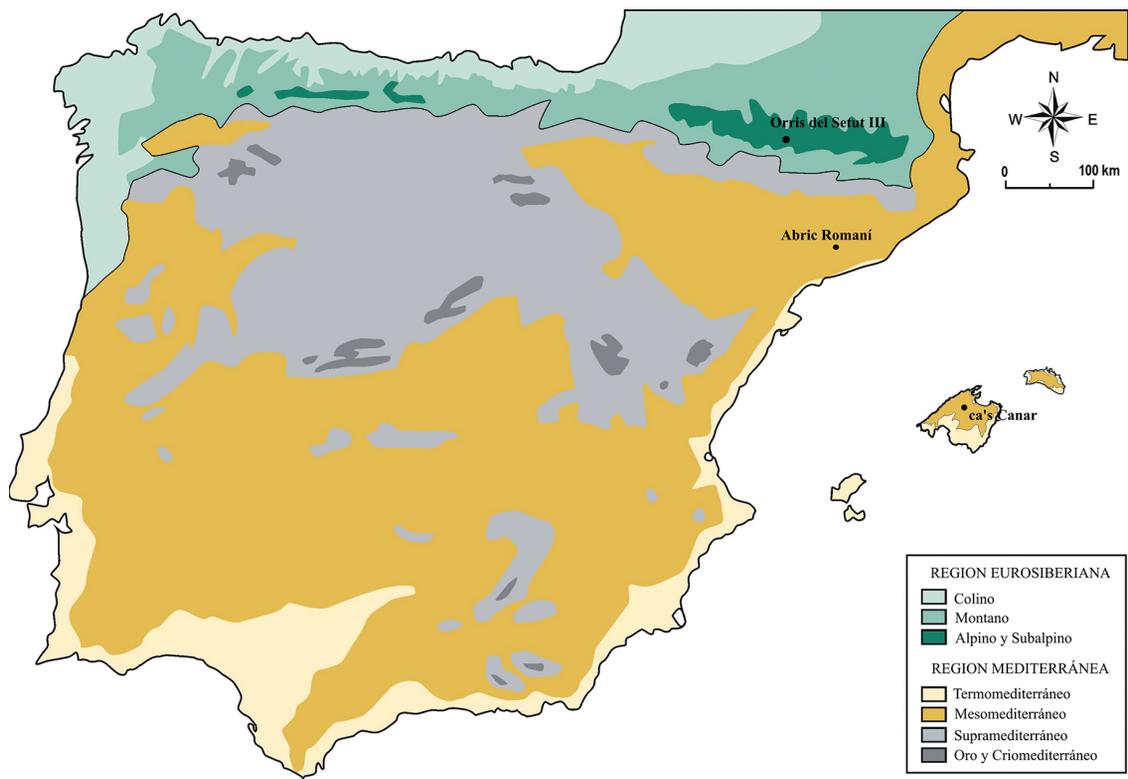


Figura 1. Mapa de localización de los ejemplos presentados en este trabajo.

geográficos y cronológicos muy diversos con la finalidad de ilustrar las diversas posibilidades de la disciplina (Figura 1).

## 2. Metodología

### 2.1. El muestreo

El estudio antracológico precisa de unas técnicas específicas para la recuperación de los materiales de los yacimientos arqueológicos que exigen normalmente el tamizado del sedimento. La técnica más recomendable para la recuperación de restos antracológicos es la flotación con agua, que puede ser manual o con máquina, y que permite separar los restos carbonizados del resto de sedimento. La flotación manual no requiere una preparación logística complicada, con la excepción del agua, y puede llevarse a cabo fácilmente (FULLER, 2010). Lo más importante para la recu-

peración de restos arqueobotánicos es el tamaño de la malla que se utiliza, ya que de ello dependerá la recuperación de determinados restos. Para la recuperación de restos antracológicos, los tamices recomendados son de 2 y 4 mm. El estudio de una de las fracciones es en principio suficiente para obtener resultados fiables del conjunto de la muestra (BADAL *et al.*, 2003; CHABAL, 1997). Podemos encontrar alguna singularidad y que aparezca algún taxón atípico en la fracción más pequeña, pero en general los resultados son similares. Los fragmentos de 1 mm pueden analizarse, aunque la precisión de la identificación es limitada. Por lo tanto, solo se analizan en casos en los que no haya restos mayores.

Para cuestiones más detallada sobre la metodología de muestreo, existen publicaciones de referencia en relación a las estrategias de muestreo en diferentes sitios arqueológicos, que tratan diversos requerimientos para el estudio an-

tracológico (BUXÓ y PIQUÉ, 2003, 2008; SERVERA y PICORNELL, 2010; MARTÍN SEIJO *et al.*, 2010; ACBA, 2012).

## 2.2. La identificación taxonómica

La identificación taxonómica de los carbones se realiza mediante la observación de éstos a través de un microscopio óptico con luz reflejada, utilizando aumentos de x5, x10, x20 y x50. Para el análisis, cada fragmento se parte con las manos con el fin de obtener las tres secciones de la madera (transversal, longitudinal radial y longitudinal tangencial), que permiten identificar la estructura celular y determinar el carbón taxonómicamente. Para apoyar la identificación, se utilizan una colección comparativa de referencia de maderas y carbones actuales, así como diversos atlas de anatomía de la madera (entre otros SCHWEINGRUBER, 1990; HATHER, 2000; VERNET *et al.*, 2001). La precisión en la identificación depende de varios factores, como la variabilidad entre especies y la presencia o ausencia de los caracteres determinantes, el tamaño de cada fragmento o las alteraciones que pueda presentar en la estructura celular. Teniendo en cuenta esto último, podemos identificar la especie, el género o la familia. En ocasiones se utilizan otras categorías para agrupar distintos taxones. Éste sería el caso de por ejemplo *Quercus ilex/coccifera*, *Pinus* tipo *sylvestris* o *Rhamnus alaternus/Phillyrea*, taxones que agrupan diferentes especies de la misma o distinta familia que se caracterizan por una estructura anatómica idéntica o indistinguible a través de restos arqueológicos (BUXÓ y PIQUÉ, 2008).

## 2.3. La cuantificación de los restos

Uno de los más extensos debates en el marco de la antracología es la cuantificación de los restos. Así, es difícil identificar si cada uno de los restos procede en origen de un tronco o rama que ha reduci-

do su masa o de la fragmentación de un carbón de mayor tamaño. Varios autores han dedicado trabajos a establecer los criterios que permiten valorar desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa los resultados antracológicos (CHABAL, 1997; ASOUTI, 2003). Los sistemas para valorar los resultados utilizan tres formas diferentes de cuantificar, basadas en el número de fragmentos, el peso de los fragmentos o la presencia/ausencia de taxones (ASOUTI 2003; CHABAL, 1997). El número de fragmentos y el peso de los fragmentos, en principio, proporcionan resultados similares, por lo que es más habitual utilizar el número de fragmentos ya que este sistema es más ágil y puede realizarse a medida que se efectúan las identificaciones. Los valores de presencia/ausencia son útiles para comparar registros en relación a la reiteración o ubicuidad en los conjuntos, es decir, en relación al número de veces en que se repite un mismo taxón en el conjunto total de las muestras analizadas. Los datos relativos resultantes permiten valorar los taxones que aparecen de forma recurrente en relación a los que lo hacen de forma puntual o testimonial en todo un conjunto antracológico.

Para poder obtener valores relativos de los conjuntos antracológicos es importante estudiar un número mínimo de fragmentos que permitan validar la representatividad cuantitativa de la muestra. Numerosos estudios y ensayos se han realizado en relación a esto, demostrando que cuando se realiza el estudio de entre 250 y 500 fragmentos por nivel arqueológico, la muestra ofrece datos cuantitativamente representativos. Sin embargo, en ocasiones nos encontramos ante conjuntos antracológicos con números de restos inferiores, por lo que se deben tener en cuenta otros factores que nos permitan confirmar que la muestra refleja la totalidad del conjunto antracológico. Las curvas de representatividad o curvas taxonómicas son una herramienta útil para analizar la relación entre el número de fragmentos estudiados y el número de taxones que obtenemos (PICORNELL, 2012). Estas curvas tienen en cuenta

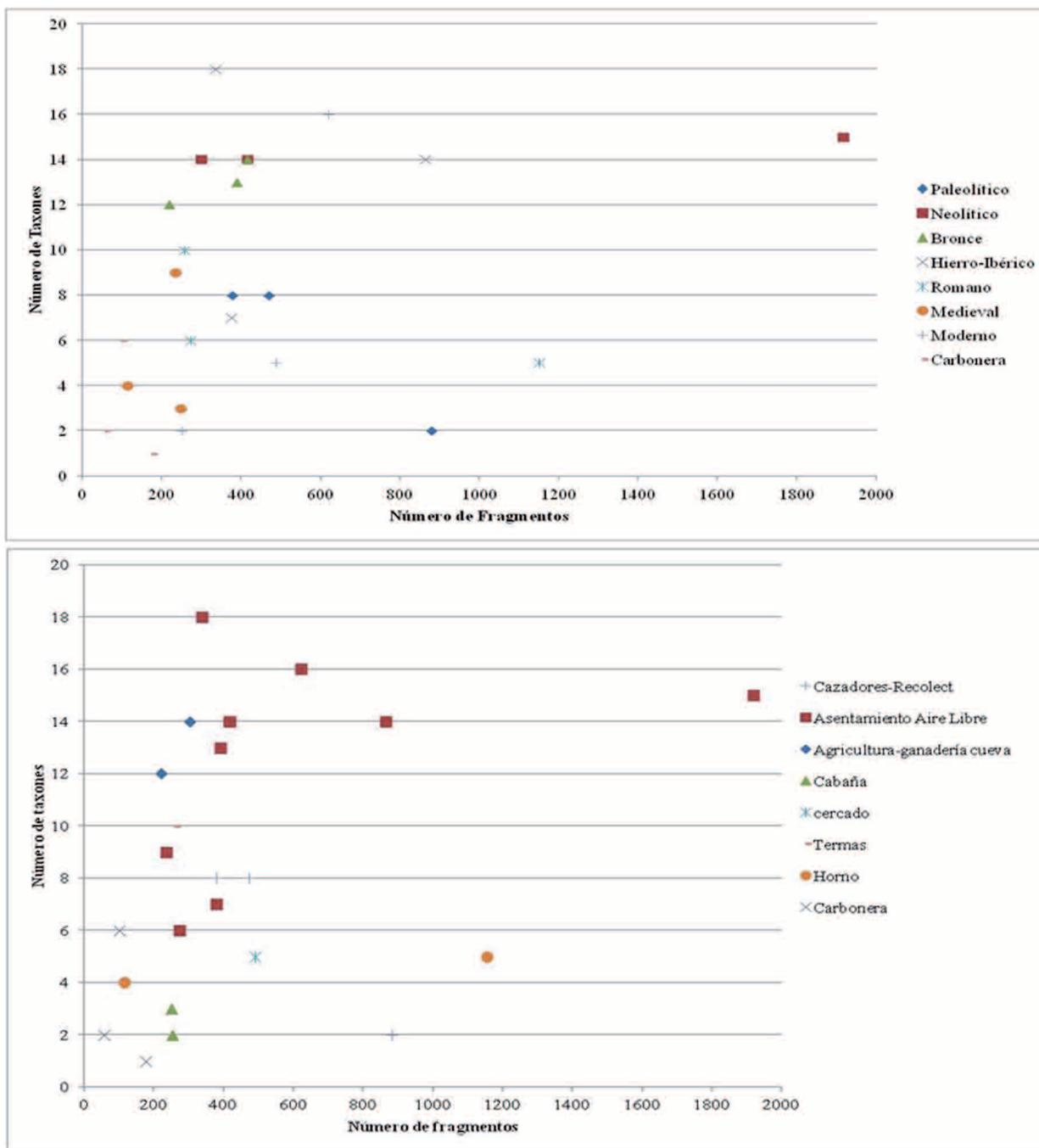


Figura 2. A) Gráfico de representación de la relación entre el número de fragmentos y el número de taxones de diferentes estudios antracológicos por períodos. B) Representación por tipo de yacimientos según su funcionalidad. Yacimientos: Paleolítico: Abric Romani, Molí del Salt, Margineda; Neolítico: Cova de la Guineu, Institut Manlleu, La Draga; Edad del Bronce: Can Roqueta, Cova 120, Institut Manlleu; Hierro/Ibérico: Pontós, Sant Martí Empuries, Ses Païsses; Romano: El Moro, Goleró, Torre d'en Galmés; Medieval: Antigua Audiencia, Les Molleres, Castell de la Suda; Moderno: Forat de l'Embut, Camí del port de Perafita, Casti- llo de Lorca; Carboneras: Orri del Riu dels Orris, Cernerres, Mas de la Franqueta.

el número de carbones estudiados por cada unidad o nivel arqueológico y el orden de aparición de cada uno de los taxones en dicha muestra. Además de estos datos analíticos se deben tener en cuenta otros factores que pueden afectar a la variabilidad de la muestra, como la formación vegetal explotada, el contexto biogeográfico, el contexto arqueológico o el periodo cronológico.

Así, podemos observar en el gráfico (Figura 2) que entre los ejemplos seleccionados, los yacimientos que proporcionan una mayor variabilidad son los que corresponden al Neolítico, Bronce y Hierro/Ibérico, en cambio encontramos menor variabilidad en carboneras, yacimientos históricos y paleolíticos. Esto podría estar relacionado con el hecho que durante el Holoceno medio las formaciones vegetales más extendidas son robledales y encinares, que se caracterizan en la península Ibérica por una gran variabilidad de árboles y arbustos, sobretodo en la fachada mediterránea (BLANCO *et al.*, 1998). Asimismo, otros aspectos de carácter biogeográfico, como la altitud, explica que en yacimientos de alta montaña se observe una menor variabilidad taxonómica, como sería el caso de los yacimientos medievales y modernos del Vall de Núria (Figura 2). De acuerdo con los contextos arqueológicos y las estrategias de uso del combustible, encontramos también diferencias en cuanto a la variabilidad. Por ejemplo, en contextos en cueva, el tipo de ocupación de carácter más reiterado y de corta duración, así como un uso más expeditivo del combustible, pueden favorecer una mayor la variabilidad taxonómica. En asentamientos permanentes, la gestión del combustible y la explotación de madera para la construcción pueden estar supeditadas a otras actividades, así podemos identificar algunos casos en los que haya una mayor selección y en consecuencia una menor variabilidad (PIQUÉ, 2005). Por su parte, los yacimientos paleolíticos y las carboneras son los que proporcionan un número menor de taxones. En el caso de yacimientos paleolíticos, son varios los aspectos que definirían estos conjuntos: la caracterización de

formaciones vegetales estables con poca variabilidad, el tipo de explotación del combustible y las ocupaciones de corta duración. En el caso de carboneras, la explotación de carácter industrial, que depende de la calidad del carbón producido, se dirige habitualmente a una especie concreta (EUBA, 2009). La variabilidad en otros casos depende también del contexto arqueológico, como serían el caso de la Antigua Audiencia, que refleja los restos de carbón de un horno, por lo tanto reflejan los restos de combustible del último uso que se hizo de dicha estructura (EUBA y ALLUÉ, 2010).

#### *2.4. Más allá de la taxonomía: Los estudios dendrológicos y tafonómicos sobre restos antracológicos*

Durante las últimas décadas, desde la antracología se han realizado diversos esfuerzos para poder ampliar el espectro de análisis sobre los restos de madera carbonizados, ya que basarse solo en la identificación taxonómica supone una limitación para la disciplina. Por lo tanto, los estudios de los restos desde otras perspectivas de análisis aumentan el valor de éstos y mejoran la interpretación que hacemos de los mismos (CARRIÓN, 2005; DUFFRAISE, 2006; ALLUÉ *et al.*, 2009; THÉRY-PARISOT *et al.*, 2010). Entre las aplicaciones de la antracología encontramos varias que son de interés específico, como la dendrología y la tafonomía. La tafonomía tiene implicaciones en un sentido bastante amplio, ya que su estudio se centra en aspectos como la formación de los conjuntos antracológicos, la fragmentación y las modificaciones anatómicas de la madera (ALLUÉ *et al.* 2009; THÉRY-PARISOT *et al.*, 2010). La dendrología se basa en la observación de los caracteres de crecimiento de la madera, con el objetivo de reconstruir las historia del árbol o arbusto en relación a las condiciones biogeográficas donde crecieron los individuos y los condicionantes antrópicos que afectan a su crecimiento. Desde la antracología, el principal interés de la aplicación

de la dendrología ha sido fundamentalmente la gestión forestal a través de las evidencias de la poda, el uso de forraje leñoso y la obtención del calibre mínimo de la madera utilizada (RASMUSSEN, 1990; HAAS y SCHWEINGRUBER, 1993; BERNARD, 1998; DUFRAISSE, 2006; DUFRAISSE y GARCÍA MARTÍNEZ, 2011).

La metodología de esta disciplina se basa en la medición de los caracteres relacionados con el crecimiento de la madera (anillos de crecimiento, vasos conductores, etc.) que está directamente relacionado con factores climáticos y geográficos

así como con los antrópicos. Para la realización de series que analizan el ritmo de crecimiento anual de las plantas a través de la medición de la longitud de los anillos de crecimiento, es recomendable que los individuos analizados sean maduros, es decir, de entre 60 y 120 años, con anillos poco curvados con una longitud mayor a 2 mm (FEUILLAT *et al.*, 1997). Además su crecimiento debe ser regular, su cambio de leño perfectamente reconocible y los datos serán más exactos si conseguimos hacer series de mediciones de la longitud de más de 50 anillos por cada individuo (HANECA *et al.*, 2009). El registro antracológico

TABLA 1. VALORES RELATIVOS DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS ANTRACOLÓGICO DEL ABRIC ROMANÍ.											
TAXÓN	D	E	H	I	Ja	Jb	K	L	M	Na	O
<i>Acer sp.</i>	1.7										
<i>Hedera sp.</i>	0.4										
<i>Hippophae sp.</i>	0.4										
<i>Juniperus sp.</i>											0.7
<i>Olea europaea</i>	0.4										
<i>Pinus sp.</i>	13.6	8.5	3	7.3	6.9	8.9	9.4	6.7	6.5	3.7	2.1
<i>Pinus tipo sylvestris</i>	69.4	77.7	60.3	60.8	74	70.2	54.5	63.8	60.8	82.8	77.9
<i>Prunus sp.</i>											2.1
<i>Quercus ssp. caducifolio</i>	0.4										
<i>Rhamnus cathartica/ saxatilis</i>		0.3									
<i>Salix sp.</i>					0.1						
<i>Sambucus sp.</i>										1.1	
<i>Vitis sp.</i>	2.5										
cf. <i>Vitis</i>	0.4										
Indeterminados	0.4										
Conífera indeterminable	7.9	11.6	21.5	28.8	12.7	14.5	20.1	23.2	26.2	10.8	10.3
Angiosperma indeterminable	1.7			0.2							
Indeterminables	0.8	1.8	15.2	2.9	6.3	6.5	16	6.3	6.5	0.7	5.5
Total	242	328	237	452	880	325	244	254	260	268	145
Número mínimo de taxones	7	2	1	1	2	1	1	1	1	2	3

pocas veces proporciona material que cumpla las características ideales para la realización de series de crecimiento anual. Ocasionalmente se han recuperado en algunos yacimientos troncos enteros de madera conservada en condiciones de extrema humedad, aridez o anaeróbicas que permiten realizar estudios dendrológicos y dendrocronológicos (BOSCH *et al.*, 2000; DUFRAISSE, 2006).

### 3. Dinámicas socio-ambientales a través de tres estudios antracológicos en contexto arqueológico

#### 3.1. El uso del combustible entre cazadores-recolectores del Paleolítico a través del estudio antracológico del Abric Romaní (Capellades, Barcelona)

El yacimiento del Abric Romaní se encuentra en los límites del núcleo urbano de la población

de Capellades (Barcelona) (Figura 1, Figura 3). Este abrigo forma parte de la plataforma travertínica conocida como *Cinglera del Capelló* y se encuentra a 60 metros sobre el lecho del río Anoia, en el punto donde este atraviesa la *Serralada Prelitoral*, que comunica la Depresión del Ebro con el litoral mediterráneo. En este yacimiento se han identificado 27 niveles arqueológicos asignados al Paleolítico Superior y mayoritariamente al Paleolítico Medio. Mediante las series de U/Th se obtuvieron diversas dataciones desde  $39.1 \pm 1.5$  para los momentos finales del depósito a  $70.2 \pm 2.6$  Ka BP para la base (VAQUERO *et al.*, 2013). Este yacimiento ha proporcionado dos tipos de restos arqueobotánicos asociados a las estructuras de combustión que permiten caracterizar con detalle el combustible utilizado: restos de fragmentos de carbón dispersos en el sedimento y restos de improntas.

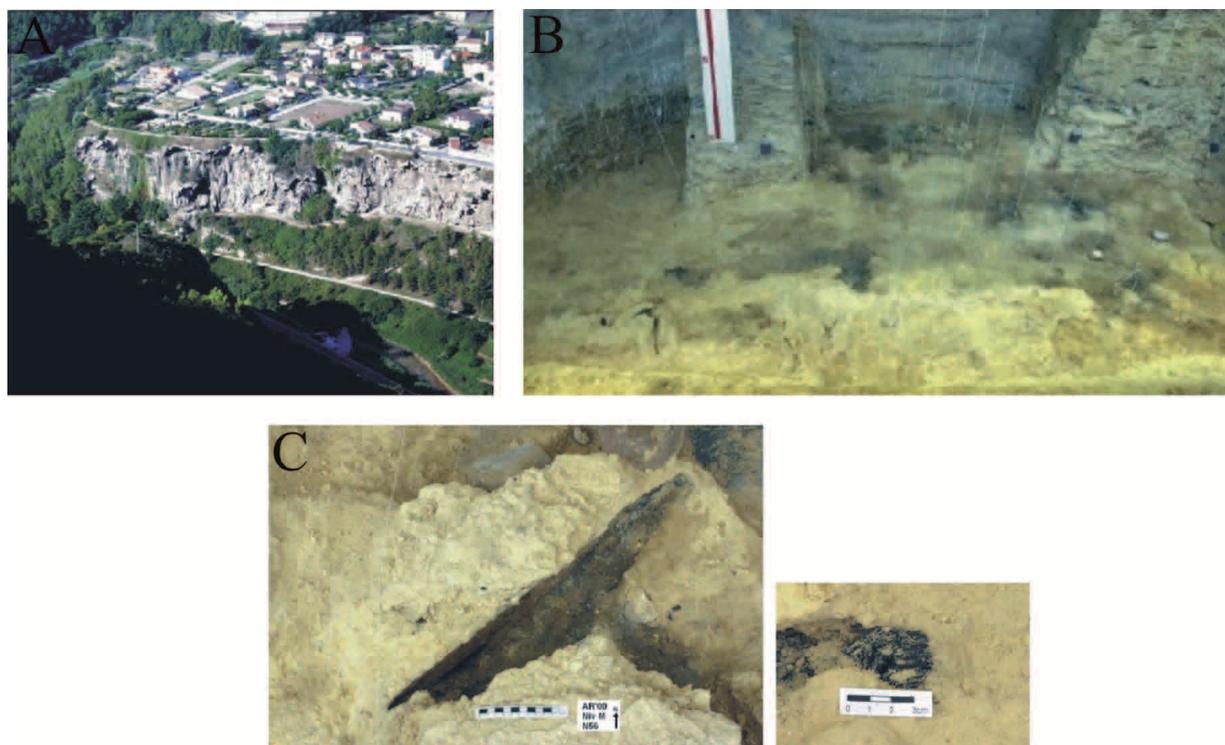


Figura 3. A) Vista general de la Cinglera del Capelló. B) Vista general del Abric Romaní mostrando la distribución de hogares planos del nivel M. C) Detalle de las improntas de madera del nivel M del Abric Romaní.

Los resultados del análisis antracológico del Abric Romaní son muy homogéneos a pesar de que proceden de una parte de la secuencia que ocupa un cronología entre 44 y 60 ka BP. Los niveles estudiados muestran un dominio de los valores de *Pinus* tipo *sylvestris* (Tabla 1). Este taxón corresponde a la agrupación de los 3 pinos de montaña (*Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* y *Pinus uncinata*) que no pueden distinguirse entre ellos en base a la anatomía de su madera. Además aparecen en los niveles Ja, O y N otros taxones como *Salix* sp., *Prunus* sp., *Rhamnus cathartica/saxatilis* con valores muy bajos. El nivel D es el único que muestra un incremento de la variabilidad taxonómica con la presencia de taxones mesotermófilos como *Quercus* ssp. *caducifolia*, *Vitis* sp. y *Olea* sp.

Asimismo, a lo largo de la secuencia del Abric Romaní, se han recuperado más de 300 improntas de maderas con unas dimensiones que van desde los pocos centímetros hasta los 8 metros de longitud. Se pueden diferenciar distintos tipos de evidencia según la diagénesis y el grado de alteración por el fuego. Los Positivos de Madera Carbonizada (PMC) son restos de madera carbonizada. Consideramos que un carbón es un PMC, cuando tiene más de 10 centímetros y mantiene su estructura histológica. Los Negativos de Madera (NM) son maderas sometidas a procesos de recubrimiento de travertino, que ha permitido la preservación total o parcial de su impronta, pudiéndose identificar en muchos de los casos el diámetro, la longitud y la morfología general, así como la superficie de la madera en negativo con una resolución extraordinaria, pudiéndose llegar en algunos casos a nivel celular. En ocasiones los negativos presentan superficies rubefactadas o directamente carbones en la impronta, en parte o en toda su superficie, casos en los que son considerados Negativos de Madera Carbonizada (NMC) (Figura 3) (SOLÉ, 2007).

El principal indicador para relacionar la presencia de restos de madera con la ocupación humana es la presencia de madera afectada total

(PMC) o parcialmente (NMC) por el fuego. Además, generalmente estas maderas se encuentran asociadas, cuando no directamente incluidas, en estructuras de combustión. La distribución espacial de las maderas según las categorías muestra así mismo un patrón bien definido. En la parte más externa del abrigo, donde la ocupación es escasa, los restos de madera no afectados por el fuego representan el 97% del total. Esto contrasta con el 63% de maderas no quemadas de la parte central e interna del abrigo. Este patrón se puede explicar por la concentración de la ocupación en la parte interna del abrigo. La parte más externa presenta muy baja densidad de hogares y de restos líticos y de fauna, pero contiene un gran número de restos de madera (n=50). La parte central presenta una alta densidad tanto de materiales como de maderas (n=50). Finalmente, cerca de la pared la madera quemada llega al 47% (n=15), pero solo aparecen en el sector este, mientras que en el oeste, donde se registra la más alta densidad de materiales, no aparece ningún resto de madera, a pesar que los hogares y carbones sí están representados.

Esta situación se puede explicar mediante dos aproximaciones: desde el punto de vista de los procesos naturales y en relación a la ocupación. De acuerdo con la primera, la parte externa del abrigo estaría más expuesta a la entrada de madera producida de forma natural. Por otro lado, las zonas con alta densidad de ocupación concuerdan con altos porcentajes de madera. Este hecho se puede explicar por la concentración de la ocupación en la parte interna del abrigo. En el caso de la parte interna oeste, donde aparece la densidad más alta de ocupación, no se han documentado condiciones tafonómicas diferenciales, por lo que la ausencia de madera en este sector estaría relacionada con su uso como combustible.

En las asociaciones entre madera y hogares se han descrito tres situaciones principales: (1) Hogares relativamente aislados en zonas con densidad media de ocupación que presentan grandes ramas sin quemar (NM) y parcialmen-

te quemadas (MNC) con unas dimensiones entre 100 y 670 cm. de longitud y diámetros entre los 120 y los 160 mm; (2) Hogares con maderas totalmente carbonizadas (PMC) que se corresponden con grandes ramas, con diámetros entre los 110 y los 130 mm, pero muy segmentados, con longitudes que no alcanzan los 30 cm. Estos grandes carbones se encuentran tanto incluidos en los hogares como en sus proximidades; (3) Maderas sin quemar (NM) en conjuntos aislados con ramas y ramitas.

En contextos de cazadores-recolectores del Paleolítico Medio la recolección de la leña, de la que provienen la mayor parte de restos antracológicos, se asocia habitualmente a una recolección esporádica o fortuita. El tipo de ocupaciones, mayoritariamente de corta duración (si lo comparamos con asentamientos permanentes), y la necesidad de un uso inmediato de combustible favorecerían en principio una recolección de madera muerta caída. A pesar de ello, podemos considerar que estos grupos realizan una selección establecida a raíz de los criterios anteriormente expuestos en relación a la abundancia. A pesar de existir una selección, podemos definir algunos aspectos que nos definen la comunidad vegetal arbórea entorno al yacimiento. Obviamente, si comparamos con la secuencia polínica del Abric Romaní observamos que las comunidades vegetales que reflejan presentan una mayor variabilidad. Es decir, que existen bosques de ribera, áreas abiertas dominadas por herbáceas y bosques de pinos (BURJACHS *et al.*, 2012). Estos bosques de pino, de acuerdo con los datos antracológicos y del resto de datos paleoecológicos de la secuencia del Abric Romaní, nos indican que son homogéneos y muestran una gran estabilidad a lo largo del período que se ocupa el abrigo.

Los diferentes tipos de leña documentados en el Abric Romaní pueden reflejar estrategias de recolección diferentes, ambas equilibradas en términos de inversión de energía y rendimiento, en relación con la abundancia y distribución en

el medio de este recurso. Las pequeñas ramas representan un recurso abundante de acuerdo con la desarticulación fisiológica (MARTÍN-CLOSAS y GÓMEZ, 2004). En un bosque de pinos este recurso se encontraría disperso, pero distribuido de forma uniforme en los alrededores. La obtención podría consistir en una recolección periódica y sistemática. En términos energéticos, el esfuerzo y la disponibilidad se encuentran en equilibrio con su presencia y abundancia. Estas tienen poco rendimiento pero se pueden usar para iluminar, para el mantenimiento de los hogares o para otras funciones específicas. Las grandes ramas identificadas se pueden corresponder con pérdidas traumáticas (MARTÍN-CLOSAS y GÓMEZ, 2004) producidas con una incidencia menor, especialmente por agentes meteorológicos. En consecuencia, su recolección requiere de un mayor esfuerzo en la localización y el transporte, pero proporciona un mayor rendimiento.

El combustible utilizado para el mantenimiento de los hogares es principalmente el pino tipo albar, especie dominante en el entorno. A pesar de la escasa variabilidad de este conjunto antracológico, el análisis de estos restos así como su asociación al resto de elementos de las ocupaciones, nos indica que existe una estrategia de recogida y uso combustible por parte de los ocupantes del abrigo. En general en las secuencias del Paleolítico Medio peninsulares se observan patrones similares en los que el dominio de las coníferas, y especialmente *Pinus ssp.* caracteriza la mayor parte de conjuntos (BADAL, *et al.*, 2012; ALLUÉ *et al.*, 2012).

### 3.2. El análisis antracológico del talayot cuadrado de ca's Canar (Sencelles, Mallorca)

El yacimiento arqueológico de ca's Canar se localiza a las afueras del pequeño núcleo urbano del Pla de Mallorca que lleva el mismo nombre (Figura 1, Figura 4), en el término municipal de Sencelles. Se trata de un conjunto de estructuras

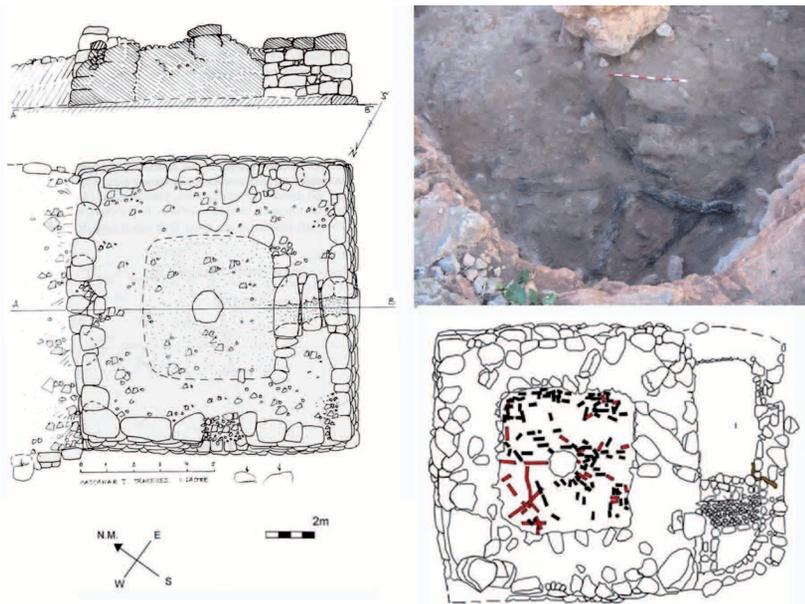


Figura 4. Planta y sección del talayot cuadrado de ca's Canar (Vicenç Sastre), foto de la excavación de los troncos de la UE 12/18 y planta de la ubicación del primer nivel de troncos excavados en la misma UE (ARAMBURU, 2011).

arquitectónicas talayóticas (Primera Edad del Hierro) y postalayóticas o baleáricas (Segunda Edad del Hierro), entre las que destaca el talayot cuadrado, al que se le adosan otras construcciones. El conjunto de ca's Canar ha sido interpretado como un centro ceremonial de las comunidades que habitarían en los poblados de los alrededores. El talayot presenta una planta cuadrangular y una cámara interior con esquinas redondeadas (Figura 4). En este talayot se identificó una única fase arqueológica, correspondiendo a un incendio que afectó a la totalidad del espacio interior. Para este conjunto se dispone de 3 dataciones radiocarbónicas que establecen el momento de incendio, abandono y amortización del talayot antes de mediados del S. VI BC (ARAMBURU, 2011).

Debido al incendio, varios elementos arquitectónicos confeccionados en madera pudieron ser identificados durante la excavación, siendo el caso de 138 troncos de madera. Algunos de estos troncos con mayor diámetro (10 cm aproximadamente) y longitud fueron hallados en disposición radial respecto la columna central (Figura 4). La

distribución de los troncos y las dimensiones de estos parecen indicar que el talayot contaba con dos pisos (planta baja y primer piso) y una terraza superior enlosada en el momento del incendio.

El conjunto antracológico de ca's Canar se compone de dos categorías distintas: restos de troncos calcinados y fragmentos de carbón dispersos en el sedimento. En relación a los troncos, se han analizado pequeños fragmentos procedentes de estos en los casos en los que fue posible, ya que el estado de conservación de muchos de ellos, en avanzado estado de combustión, no

permitió conservar fragmentos pertenecientes exclusivamente al objeto arqueológico en cuestión al mezclarse los fragmentos en que se descomponían con el resto de fragmentos de carbón dispersos en el sedimento. Paralelamente, se procedió a la flotación de la totalidad del sedimento de la UE 12/18 mediante una máquina de flotación con tamices de 1 mm, 2 mm y 5 mm. Para el análisis antracológico se analizaron los materiales de las fracciones > 2 mm. Al tratarse de niveles de incendio, el volumen de fragmentos de carbón recuperados era muy grande, por lo que se desarrolló un submuestreo.

Así, se identificaron 101 troncos y 500 fragmentos de carbón procedentes de las muestras de flotación. La mayoría de los troncos identificados corresponden a *Olea europaea* y, en menor medida a *Pinus cf. halepensis*. Testimonialmente, se identifican otros dos taxones, *Pistacia lentiscus* y *Rhamnus alaternus/Phillyrea* sp. (Tabla 2). En el conjunto de carbones procedentes de la flotación, el número de taxones identificados es superior, ascendiendo a

TABLA 2. RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS CARBONES ANALIZADOS PROCEDENTES DE LA FLOTACIÓN DE LA UE 12/18 Y DE LOS TRONCOS INDIVIDUALIZADOS EN LA CÁMARA INTERIOR DEL TALAYOT CUADRADO DE CA'S CANAR				
TAXÓN	Nº DE TRONCOS	%	Núm. frags.	%
<i>Cistus</i> sp.			2	0.4
<i>Ficus carica</i>			6	1.2
<i>Olea europaea</i>	75	74.2	367	73.4
<i>Pinus</i> cf. <i>halepensis</i>	22	21.7	88	17.6
<i>Pinus</i> sp.			5	1
<i>Pistacia lentiscus</i>	1	0.9	1	0.2
<i>Rhamnus alaternus</i> / <i>Phillyrea</i> sp.	3	2.9	16	3.2
<i>Rosmarinus officinalis</i>			4	0.8
cf. <i>Olea europaea</i>			7	1.4
Angiosperma indeterminable			4	0.8
Total	101		500	
Número mínimo de taxones	4		7	

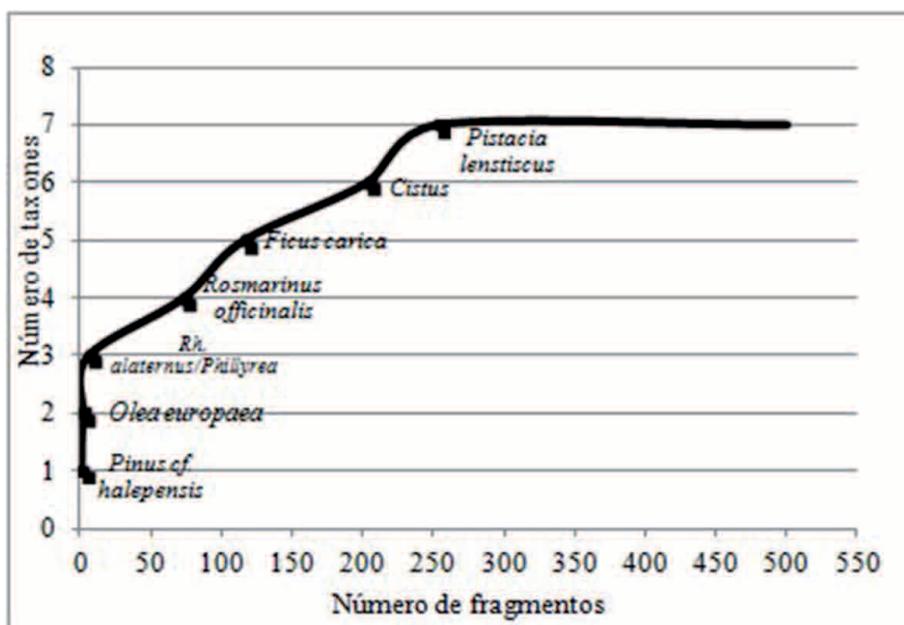


Figura 5. Curva taxonómica del conjunto de los carbones analizados procedentes de la flotación de la UE 12/18 de la cámara interior del talayot cuadrado de ca's Canar.

un número mínimo de 7 (Tabla 2). El número de fragmentos analizados permite evaluar cualitativa y cuantitativamente los resultados obtenidos, ya

que la proyección de la curva taxonómica de la muestra presenta un crecimiento relativamente estable y un intervalo de estabilización muy

prolongado (Figura 5). En conjunto, la especie más recurrente es *Olea europaea*, que alcanza las tres cuartas partes del total de la muestra, seguida de *Pinus cf. halepensis*, que se acerca al 20%. *Ficus carica* y *Rhamnus alaternus/Phillyrea* sp. aparecen de forma secundaria. Finalmente, aparecen de forma testimonial los 3 taxones restantes, *Cistus* sp., *Pistacia lentiscus* y *Rosmarinus officinalis*. Estos valores relativos de los taxones presentan una clara relación con la formación del depósito de este nivel de incendio.

En referencia a la formación del registro antracológico y la procedencia de los carbones analizados, al tratarse de un nivel de incendio, el conjunto puede representar diversos usos de la madera. Por una parte, en el caso de los troncos que conservaron su morfología parece claro, como se ha visto a partir del contexto arqueológico, que se trata de restos de material constructivo (vigas) del primer piso y el techo del talayot. En el caso del conjunto de carbones dispersos en el sedimento, su origen es más incierto, ya que el material procedente de la flotación puede tener diversas procedencias difíciles de discriminar. Al tratarse de la cámara incendiada, los fragmentos de carbón podrían proceder de materiales constructivos como otras vigas quemadas y fragmentadas posteriormente. Del mismo modo, podrían proceder de cualquier artefacto realizado en madera que estuviese en el interior del talayot durante el incendio y que, una vez quemado, se hubiese fragmentado y dispersado. Finalmente, algunos de estos carbones podrían ser restos de combustible leñoso usado en el interior del talayot en hogares de poca entidad, ya que durante el curso de la excavación del talayot no se identificó ningún hogar estructurado.

La identificación taxonómica de los fragmentos dispersos recuperados mediante flotación permite apuntar su posible procedencia. Por una parte, si se suman los fragmentos de las especies documentadas entre las vigas (*Olea europaea*, *Pinus cf. halepensis*, *Pistacia lentiscus*

y *Rhamnus alaternus/Phillyrea* sp.), en conjunto representan el 94,4% del total de los 500 fragmentos analizados. Por otra parte, los otros 3 taxones identificados, *Cistus* sp., *Ficus carica* y *Rosmarinus officinalis*, aparecen de forma testimonial con porcentajes inferiores a 1,5% (Tabla 2). Esta escasa recurrencia sugiere que se trata de especies que no habrían sido usadas para la fabricación de material constructivo, al menos de forma recurrente como en los taxones anteriores, y que estarían presentes en la cámara de forma muy testimonial, posiblemente como residuos de combustible o restos de objetos quemados. A esto se suma el factor que *Cistus* sp. y *Rosmarinus officinalis* son arbustos que podrían haber sido usados como parte de la cubierta del techo o del piso formado con las vigas, pero su baja recurrencia en la amplia muestra analizada parece descartar esta posibilidad. Así, parece plausible que tanto estos dos arbustos como *Ficus carica* representen restos de combustible de hogares efímeros del talayot, aunque hay que tener presente que también se podría haber usado para este fin madera del resto de especies identificadas en la confección de vigas. Con todo ello, la comparación de los taxones de las vigas y del material disperso en el sedimento sugiere que la práctica totalidad de los fragmentos de carbón dispersos hallados en la cámara del talayot cuadrado procederían de la quema y posterior fragmentación y dispersión del material constructivo del edificio. Ésta interpretación estaría también reforzada por la intensidad del fuego del incendio, reflejada en los sedimentos y materiales arqueológicos del depósito de la UE 12/18. No obstante, no se puede descartar que *Olea europaea*, *Pinus cf. halepensis*, *Pistacia lentiscus* y *Rhamnus alaternus/Phillyrea* sp. pudieran haber sido utilizados igualmente como combustible.

A pesar de esta diversidad de usos de la madera documentados (material constructivo y combustible), el conjunto taxonómico documentado es coherente en relación a su

formación vegetal de procedencia. Todos los taxones documentados forman parte del estrato arbóreo (*Olea europaea* y *Pinus cf. halepensis*) y arbustivo (*Cistus sp.*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus/Phillyrea sp.* y *Rosmarinus officinalis*) de las formaciones de maquia tipo ullastrar. Así pues, tanto los materiales constructivos como los otros posibles usos de plantas leñosas documentados se habrían obtenido de ullastrars cercanos al yacimiento. El único taxón identificado que no procedería de esta formación vegetal sería *Ficus carica*. Su presencia en el talayot es testimonial (Tabla 2) y parece que no se relaciona con el material constructivo. Sin embargo, desde un punto de vista ecológico su presencia sugiere la posibilidad del cultivo de este árbol en el entorno del yacimiento, aunque en base exclusivamente a la anatomía de la madera no se puede distinguir la variedad silvestre de la cultivada, y existe la posibilidad que este taxón se desarrollara en formaciones vegetales de la isla.

Con todo ello, se observa que en el centro ceremonial de ca's Canar la principal madera usada en la construcción fue *Olea europaea*, si bien también se documenta una recurrencia más o menos relevante de *Pinus cf. halepensis*. Estas debieron ser, pues, maderas seleccionadas de acuerdo con el conjunto de decisiones y acciones tecnológicas que tuvieron lugar para la construcción del talayot cuadrado. La selección de determinados individuos de especies concretas para la construcción de estos edificios se debió desarrollar en función de su inserción en una cadena operativa más amplia. Así pues, esta obtención de la materia prima para la construcción se podría interpretar como una acción técnica, ya que se inserta en un conjunto de acciones coordinadas entre sí para la consecución de un fin material e implica el uso de herramientas para la tala y preparación de los troncos. Otros factores que pudieron influir en la selección de estas especies fueron las características fisicoquímicas de su madera y la recurrencia de ambas especies en el entorno.

En relación al primero de estos factores, hay que destacar que, aunque se trata de maderas diferentes, tienen alguna característica común. El pino tiene una madera de calidad media y presenta individuos con un crecimiento tortuoso, mientras que el acebuche presenta una madera de gran peso y robustez. No obstante, ambas maderas se caracterizan por una gran dureza. La importancia de éste factor se pone de relevancia al observar las cualidades fisicoquímicas de las maderas de las otras dos especies documentadas de forma testimonial. Tanto el lentisco como el aladierno/labiérnago también presentan maderas de gran dureza, especialmente en aquellos individuos que adquieren un porte arbóreo. Igualmente, se trata de especies que crecen en la misma formación vegetal que el pino y el acebuche, la maquia tipo ullastrar.

Por su parte, el origen de los fragmentos del resto de taxones, que aparecen de forma testimonial, es difícil de determinar. Los fragmentos de *Cistus sp.*, *Rosmarinus officinalis* y *Ficus carica* podrían provenir de restos de combustible usado en hogares puntuales, aunque como se ha apuntado, no se puede descartar este mismo uso para el resto de taxones identificados. Ciertamente, su baja recurrencia hace pensar que no se habrían usado troncos de *Ficus carica* para la construcción del piso y el techo/terraza ni se habrían usado sistemáticamente ramas de los arbustos *Cistus sp.* y *Rosmarinus officinalis* para el cubrimiento del piso o la cubierta.

### 3.3. Ejemplo de la aplicación del análisis dendrológico y tafonómico en yacimientos históricos: los hornos de producción de resina de época antigua del valle del Madriu (Escaldes-Engordany, Andorra)

La ES 157 del yacimiento de Orris de Setut III es un horno de extracción de resina del siglo IV d.C. situado a 2260 metros de altitud, muy cerca del río Madriu, en el fondo del valle del mismo



Figura 6. Vista del horno ES 157 para la obtención de resina de Orris de Setut III del valle del Madriu.

nombre (Figura 1). Actualmente, en la solana del piso subalpino de este valle crecen pinares de pino negro acompañados del enebro y los pastos son abundantes. Cerca del sendero GR-11 que circula en sentido este-oeste, y paralelo al río Madriu, se documentaron 3 hornos más de tipología similar con dataciones de entre el siglo II y IV d.C. (ORENGO *et al.*, 2013; PALET *et al.*, 2013).

La ES 157 se compone de una cámara de cocción de planta circular de 1,5 m de diámetro con un pavimento refractario de piedra, donde también se localizaron restos de arcilla termoalterada, ligeramente excavada en el terreno. Además, tiene un canal de decantación o evacuación amplio, de unos 18 cm de diámetro, en el extremo inferior del horno (Figura 6) (PALET *et al.*, 2013).

La actividad de extracción de resina ya ha sido documentada arqueológicamente en otros contextos de montaña (RAURELL, 1994; TRINTINGNAC, 2001; FABREGA, 2006). En el valle del Madriu, en concreto, esta actividad es una de las muchas formas de explotación de los bosques de este valle junto con el carboneo, el trabajo metalúrgico o el pastoreo, que aumenta significativamente a partir de época romana. Aunque la extracción de resina del valle de Madriu segu-

ramente está relacionada con una actividad modesta, ésta ya está consolidada en el siglo IX, pues está documentado que en esta época Guisad, obispo de la Seu d'Urgell, pide al emperador Carlos el Calvo que confirme sus derechos a la percepción del diezmo y de la pez de Andorra (PALET *et al.*, 2013).

El estudio antracológico de la ES 157 está basado en la identificación taxonómica de 523 fragmentos de madera y carbón, de los cuales, 503 han sido identificados como *Pinus* tipo *uncinata* y el resto han resultado indeterminables. El análisis dendrológico y tafonómico de este material han tenido un papel fundamental en la interpretación de la gestión de los recursos forestales para la producción de resina. Este tipo de análisis ha sido posible gracias al gran formato de los fragmentos recuperados en esta estructura y a que la casi totalidad de ellos correspondían a un mismo taxón. Se han analizado y comparado 50 fragmentos de la UE 705 (nivel de combustión del horno) y 50 fragmentos de la UE 711 (base del horno).

El análisis dendrológico está basado en la medición del diámetro mínimo de cada fragmento mediante la utilización de una plantilla de curvatura de anillos (LUDEMANN, 2006). La metodología se basa en la colocación del fragmento de carbón debajo de una plantilla transparente con anillos dibujados cada 5 mm. Teniendo en cuenta la curvatura del anillo más exterior a la rama, o de la corteza, se completa el círculo o diámetro mínimo de la rama calcando el diámetro que corresponda en la plantilla.

En 14 fragmentos de la UE 711 no se ha podido realizar la medición dendrológica, puesto que se trata de fragmentos de madera, algunos torrefactados, que se encuentran laminados en el sentido de la traqueidas y no se ha podido observar toda la sección tangencial del fragmento. Muchas

de estas muestras tienen además sedimento incrustado en uno de los extremos cubiertos por una textura líquida y brillante adherida a la parte calcinada de la madera, que ha sido identificada como resina, y que no permite distinguir la curvatura de los anillos (Figura 7). Además de la curvatura de los anillos, se han observado diferentes características tafonómicas para las que se ha tenido en cuenta su presencia-ausencia. Se ha anotado así la presencia de elementos morfológicos, alteraciones debidas a la combustión, las características relacionadas con el ataque por microorganismos y alteraciones postdeposicionales.

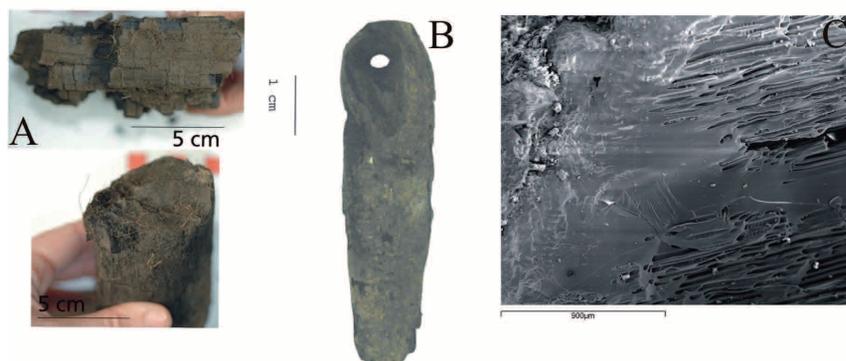


Figura 7. A) Fragmentos utilizados en el horno ES 157 para la obtención de resina. B) Imagen del mango de un utensilio recuperado en el horno ES 52 de Pla de l'Inglà del Vall del Madriu. C). Imagen de MEB de un fragmento de carbón con resina.

De un total de 85 fragmentos en los que se ha podido medir el diámetro, 6 fragmentos presentan un diámetro del entorno de 20 cm y un único fragmento ha tenido 28 cm de diámetro. El resto de los fragmentos en el que se ha medido el diámetro, éste se sitúa en un rango de entre 2 y 14 cm. En la tabla (Tabla 3) podemos ver que en cada uno de los niveles analizados, el mínimo y máximo de diámetros

obtenidos, el número total de fragmentos en los que se ha podido realizar esta medición y la media de diámetro obtenida en cada uno de los niveles estudiados. En el nivel de combustión (UE 705) presentan un diámetro medio de 9 cm y en la base del horno (UE 711) de 8 cm.

Existen muchas técnicas de extracción de resina, pero en el valle del Madriu el análisis de los restos antracológicos recuperados sugiere que la metodología utilizada seguramente fue la siguiente. En primer lugar se seleccionarían los pinos, normalmente los más gruesos, que se descortezarían por un lado, para que la resina saturase la parte del leño desnudo. Una vez seca la resina, a partir de golpes de hacha, se extraería astillas resinosa. Las astillas de madera extraídas del pino serían colocadas en el horno al igual que en una carbonera y, a continuación, se realizaría la primera destilación de estas astillas para la obtención del alquitrán a través de una combustión lenta y anaeróbica (GUERAU DE ARELLANO, 1979; FÁBREGA, 1996).

En la ES 157 se han recuperado restos de madera que posiblemente correspondieron a estas astillas (la mayoría de ellos en la UE 711). Además algunos tienen marca de corte de hacha (Figura 7). Se trata de restos de ramas lisas de madera

<b>TABLA 3. DIÁMETRO MÍNIMO, MÁXIMO Y MEDIA OBTENIDA A TRAVÉS DE LA PLANTILLA DE CURVATURA DE ANILLOS (LUDEMANN, 2006) EN LOS NIVELES 705 Y 711 DE LA ES 157.</b>		
	UE 705	UE 711
Diámetro mínimo (cm)	4	2
Diámetro máximo (cm)	28	22
Total fragmentos medidos	49	36
Media de diámetro (cm)	9.65	8.72

y torrefactados (no carbonizados), que no presentan alteraciones por microorganismos y, por lo tanto, provienen de madera verde. Además, muchos de estos fragmentos presentan restos de resina.

Una vez obtenido el alquitrán, cuando éste entrase en contacto con el aire y se volviese a destilar, se obtendría el pez (GUERAU DE ARELLANO, 1979; FÁBREGA, 1996). De esta actividad, teóricamente no quedan restos de carbón ni combustible en el horno (FÁBREGA, 1996). Sin embargo, en el horno 157 se han recuperado restos de combustible del mismo (la mayoría de ellos en la UE 705). La materia prima utilizada para la combustión serían restos de pinos, seguramente ramas caídas y con abundantes alteraciones por microorganismos, y utensilios obsoletos. En la ES 52, otro horno de las mismas características localizado en las cercanías en este mismo valle (Figura 5), se ha documentado este mismo tipo de material como combustible. Destaca en esta estructura un mango de utensilio de pino negro carbonizado (Figura 7).

Los usos del alquitrán y el pez son tan diversos como impermeabilización de diferentes superficies (calzado, paredes de casas, *dolias* o barcos), para espesar el vino o, mezclado con aceite, para curar las heridas de los animales y ya están documentados por escritores de la antigüedad como Plinio el Viejo.

En muchas ocasiones, el pino negro no se considera la mejor especie para la obtención de resina (FÁBREGA, 2006), sin embargo, es la especie arbórea disponible casi exclusivamente en el valle del Madriu. De hecho, esta especie tampoco se considera de buena calidad para la fabricación de carbón, no obstante es la que se utiliza casi de manera exclusiva en las abundantes carboneras documentadas en este mismo valle (EUBA, 2009).

La causa de que la media de los diámetros de los fragmentos analizados de la ES 157 sea relati-

vamente pequeña (entre los 8 y 9 cm de diámetro) es seguramente la explotación intensiva de las diversas actividades forestales en este valle. Los datos palinológicos indican una degradación notable de las masas forestales del entorno durante este período (EJARQUE et al., 2010) que estaría formado de bosques de pino negro muy degradados y de individuos arbóreos muy jóvenes. Según los restos de analizados que conservan la corteza, esta actividad fue realizada en verano en el valle del Madriu, al igual que el resto de las actividades pastoriles y de carboneo documentados en este valle desde el Neolítico hasta época moderna (EUBA, 2009).

De la misma forma que el carboneo, la producción de resina fue una más de las actividades forestales habituales en los Pirineos orientales durante la Antigüedad. Este estudio nos ha permitido conocer con precisión el tipo de combustible utilizado para la destilación de la resina de pino negro en el valle del Madriu durante la antigüedad. La documentación arqueológica de hornos de resina es muy escasa y esto se debe a que posiblemente, en muchos de ellos, la resina se recuperaba en recipientes cerrados y por lo tanto no se ha recuperado restos de este material en el horno y como consecuencia no se ha relacionado esta estructura con dicha actividad (TRINTIGNAC, 2001). Pero si la documentación arqueológica es escasa, la antracológica es inexistente hasta la fecha. Por lo tanto, este análisis antracológico que incluye el estudio dendrológico y taxonómico, resulta imprescindible en el conocimiento del tipo de explotación de los recursos forestales para la obtención de resina en un contexto de alta montaña.

#### 4. Conclusiones

Como se ha visto, la antracología es una disciplina con una trayectoria consolidada y tiene una gran proyección a través del incremento del conjunto de datos y la aplicación de nuevas técnicas

y perspectivas de análisis de los restos de madera en contextos arqueológicos. En la última década la formación de nuevos investigadores ha permitido ampliar los objetivos de la disciplina y focalizar los debates teóricos y metodológicos más allá de la dualidad paleoecología-paleoetnobotánica. En este sentido, el debate que se mantiene pretende en todo caso incrementar las posibilidades de la disciplina atendiendo a ambas facetas y caminando hacia el desarrollo de aproximaciones integradoras, holísticas y contextuales al registro antracológico y evitando perspectivas dicotómicas y/o reduccionistas. En el ámbito peninsular la antracología está proporcionando también nuevas secuencias con datos que proceden de regiones y cronologías que hasta el momento eran poco conocidos. Asimismo, la aplicación de nuevas técnicas sobre restos de carbón ha permitido desarrollar algunos aspectos que permiten ir más allá de la identificación taxonómica.

Así podemos ver como la antracología permite plantear propuestas sobre los diferentes usos de los recursos forestales y sobre el paisaje vegetal para los diferentes periodos y contextos. En contextos prehistóricos, se incide en el debate sobre selección o no de combustible pudiendo registrar diversos elementos que permiten concluir que existe una gestión del combustible articulada en torno a variables que van más allá de las cualidades físico-químicas de la madera y de la recurrencia de cada especie en el entorno inmediato de los yacimientos. Asimismo, con el inicio de la generalización de los estudios antracológicos en una mayor diversidad de cronologías y contextos, se están planteando numerosos aspectos de interés arqueológico en los que los datos antracológicos juegan un papel relevante. El análisis de diferentes usos de la madera, como son el combustible doméstico, la materia prima para la confección de objetos o material constructivo, las extracciones de recursos industriales o el combustible en actividades ceremoniales y/o funerarias está consiguiendo que, poco a poco, el análisis arqueológico de las diversas facetas de las sociedades del

pasado incorpore el estudio del uso de la madera y, en un sentido más amplio, de las relaciones entre los grupos humanos y la vegetación leñosa. El desarrollo de estas nuevas técnicas de análisis y perspectivas de estudio permiten ir orientando la disciplina hacia una mayor integración de las agendas de las llamadas arqueología “teórica” y “científica” y en la configuración de un mayor reconocimiento mutuo y participación en ámbitos de debate y discusión compartidos.

## 5. Agradecimientos

Queremos agradecer a los editores de la revista por permitirnos participar en este volumen monográfico. Esta investigación se enmarca en diferentes proyectos del Ministerio de Economía y Competitividad (CGL2012-38434-C03-03, HAR2012-32620, HAR2011-26193 y HAR2012-39087-C02-01) y Generalitat de Catalunya SGR2009-813. Las excavaciones en el Abric Romaní han sido posibles gracias al apoyo de la Generalitat de Catalunya, Diputación de Barcelona, Ajuntament de Capellades y Arts Gràfiques Romanyà-Valls S.A. Queremos expresar nuestro agradecimiento Javier Aramburu y Sara Duque de la Asociación Talayots.com por poner a nuestra disposición el material antracológico de Ca's Canar, cuya proyecto está financiada por Ajuntament de Sencelles. El estudio del horno de resina ha sido realizado gracias al soporte económico y científico del Institut d'Arqueologia Clàssica (ICAC), del Govern d'Andorra y de la Generalitat de Catalunya (2006EXCAVA00015).

## Bibliografía

- ACBA, (2012): Protocol de recollida i mostreig de restes bioarqueològiques, *Tribuna d'Arqueologia* 2010-2011, 101-113.
- ARAMBURU, J. (2011): *Excavación del talayot de Cas Canar (Sencelles, Mallorca)*. Palma.

- [[http://www.arqueobalea.es/?page\\_id=23](http://www.arqueobalea.es/?page_id=23)].
- ALLUÉ, E., EUBA, I., y SOLÉ, A., (2009): "Charcoal taphonomy: the study of the cell structure and surface deformation of *Pinus sylvestris* type for the understanding of formation processes of archaeological charcoal assemblages". *Journal of Taphonomy*, 7 (2-3):57-72.
- ALLUÉ, E., CABANES, D., SOLÉ, A., y SALA, R. (2012): "Hearth functioning and forest resource exploitation based on the archaeobotanical assemblage from level J of Abric Romaní". En CARBONELL, E. (Ed.), *High Resolution Archaeology and Neanderthal Behavior: Time and Space in Level J of Abric Romaní (Capellades, Spain)*. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology. Springer: 373-385.
- ASOUTI, E. (2003): "Wood charcoal from Santorini (Thera): new evidence for climate, vegetation and timber imports in the Aegean Bronze Age". *Antiquity*, 77: 471-484.
- ASOUTI, E. y AUSTIN, P. (2005): "Reconstructing woodland vegetation and its exploitation by past societies, based on the analysis and interpretation of archaeological wood charcoal macroremains". *Environmental Archaeology*, 10: 1-18.
- BADAL, E., CARRION, Y., RIVERA, D. y UZQUIANO, P. (2003): "La arqueobotánica en cuevas y abrigos: objetivos y métodos de muestreo". En BUXO, R. y PIQUÉ, R. (eds.) *La recogida de muestras en arqueobotánica. Objetivos y propuestas metodológicas*. Grupo de Trabajo en Arqueobotánica de la Península Ibérica. Bellaterra.
- BADAL E, y ATIENZA, V. (2008): "Volver al redil: plantas, ganados y estiércol". En HERNANDEZ PEREZ, M.S.; SOLER DIAZ, J.A., y LÓPEZ PADILLA J.A. (eds) *IV Congreso del Neolítico Peninsular*: MARQ, Museo Arqueológico de Alicante. Diputación Provincial de Alicante. Alicante: 393-401.
- BADAL GARCÍA, E., VILLAVERDE, V., y ZILHAO, J., (2012): "Middle Palaeolithic wood charcoal from three sites in south and West Iberia. Biogeographical implication". *Saguntum: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, Extra-13: 13-24.
- BADAL GARCÍA E., CARRIÓN, Y., MACÍAS, M., y NTINO, M. (coord.) (2012): *Wood and charcoal evidence for human and natural history*. Saguntum: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia, Extra 13.
- BERNARD, V. (1998): *L'homme, le bois et la forêt Dans la France du nord entre le Mésolithique et le haut Moyen Age*. BAR International Series 733. London.
- BLANCO, E., CASADO, M. A., COSTA, M., ESCRIBANO, R., GARCÍA, M., GÉNOVA, M., GÓMEZ, A., GÓMEZ, F., MORENO, J. C., MORLA, C., REGATO, P., y SAINZ, H. (1998): *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Editorial Planeta. Madrid.
- BOSCH, A., CHINCHILLA, J., y TARRÚS, J. (2000): *El poblado lacustre neolítico de la Draga. Excavacions de 1990 a 1998*. Museu d'Arqueologia de Catalunya. Girona.
- BURJACHS F., LÓPEZ-GARCÍA, J.M., ALLUÉ, E., BLAIN, H.-A., RIVALS, F., BENNÀSAR, M., y EXPÓSITO, I. (2012): "Palaeoecology of Neanderthals during Dansgaard-Oeschger cycles in northeastern Iberia (Abric Romaní): From regional to global scale". *Quaternary International*, 247 (9):26-37
- BUURMAN, J. y PALS, J.P. (1994): "Palaeoethnobotany: what's in a name?". *Antiquity*, 68: 452-454.
- BUXÓ, R., y PIQUÉ, R. (2003): *La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas*. (Publicación del Primer Encuentro del Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica. Barcelona-

- Bellaterra, 2000). Museu d'Arqueologia de Catalunya. Barcelona.
- BUXÓ, R. y PIQUE, R. (2008): *Arqueobotánica. Los usos de las plantas en la península Ibérica*. Ariel. Barcelona.
- CARRION, Y. (2005): *La vegetación mediterránea y atlántica de la Península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas. Servicio de investigación prehistórica*. Diputación provincial de Valencia. Serie de trabajos varios, 104. Valencia
- CHABAL, L. (1997): *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'antracologie, méthode et paléoécologie*. Documents d'Archeologie Francaise, 63. Eds. de la Maison des Sciences de L'Home - CNRS. Paris.
- DAMBLON, F., (2013): *Proceedings of the Fourth International Meeting of Anthracology*. BAR International Series 2486. London.
- DUFRAISSE, A. (2005): "Économie du bois de feu et sociétés néo-lithiques. Analyses antracologiques appliquées aux sites d'ambiance humide des lacs de Chalais et Clairvaux (Jura, France)". *Gallia Pré-histoire*, 47: 187-234.
- DUFRAISSE, A. (2006) (Ed.): *Charcoal Analysis: New Analytical Tools and Methods for Archaeology*. BAR International Series, 1483.
- DUFRAISSE, A. y GARCÍA MARTÍNEZ, M.S. (2011): "Mesurer les diamètres du bois de feu en antracologie". *Anthropobotanica*, 2: 1-18.
- DUFRAISSE, A. (2012): "Firewood and woodland management in their social, economic and ecological dimensions. New perspectives". *Saguntum: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, Extra-13: 65-74.
- EJARQUE, A.; MIRAS, Y.; RIERA, S.; PALET, J.M. y ORENCO, H.A. (2010): "Testing micro-regional variability in the Holocene shaping of high mountain cultural landscapes: a palaeoenvironmental case-study in the eastern Pyrenees". *Journal of Archaeological Science*, 37: 1468-1479.
- EUBA, I. (2009): *Explotación de recursos forestales desde el Neolítico hasta la época moderna en los valles de la Vansa-Sierra del Cadí (Alt Urgell) y en el valle del Madriu (Andorra)*. Documenta 9, Institut Català d'Arqueologia Clàssica. Tarragona.
- EUBA I., y ALLUÉ E. (2010): "Paisajes y recursos forestales de Tarragona en el siglo XV a partir del registro antracológico". *Arqueología y Territorio Medieval*, 17:71-80.
- FABREGA, A. (1996): "La pega vegetal. Producció i pluriactivitat pagesa". *Estudis d'Història Agraria*, 19: 69-104.
- FEUILLAT, F.; DUPOUEY, J.-L.; SCIAMA, D. y KELLER, R. (1997): "A new attempt at discrimination between *Quercus petraea* and *Quercus robur* based on wood anatomy". *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 343-351.
- FIORENTINO, G., y MAGRI, D., (2008): *Charcoals from the past: cultural and palaeoenvironmental implications. Proceedings of the Third International Meeting of Anthracology*. British Archaeological Reports 1807, Oxford.
- FORD, R.I. (1979): "Paleoethnobotany in American Archaeology". *Advances in archaeological method and theory*, 2:285-336.
- FULLER, D. (2010): "<https://sites.google.com/site/archaeobotany/buckets2>". [Última actualización: 6 Julio 2010. Fecha de consulta: 05/2013].
- GUERAU DE ARELLANO TUR, C. (1973): "Los hornos de alquitrán, una explotación poco conocida de nuestros bosques". *Eivissa*, 3: 23-28.
- HAAS, J. N. y SCHWEINGRUBER, F.H. (1993): "Wood anatomical evidence of polarding in ash stems from the Valais, Switzerland". *Dendrochronologia*, 11: 35-43.
- HANECA, K.; ČUFAR, K. y BEECKMAN, H. (2009): "Oaks, tree-ring and wooden cultural heritage: a review of the main

- characteristics and applications of oak dendrochronology in Europe". *Journal of Archaeological Science*, 36: 1-11.
- HASTORF, C.A. (1999): "Recent Research in Paleoethnobotany". *Journal of Archaeological Research*, 7 (1): 55-103.
- HATHER, J. C. (2000): *The identification of the Northern European woods. A guide for archaeologists and conservators*. Archetype Publications Ltd. London.
- LUDEMANN, T. (2006): "Anthracological analysis of recent charcoal-burning in the Black Forest, SW Germany" En DUFRAISSE, A. (Ed.), *Charcoal Analysis: New Analytical Tools and Methods for Archaeology. Papers from the Table-Ronde held in Basel 2004*. BAR International Series, 1483: 61-70.
- MARTÍN-CLOSAS, C., y GÓMEZ, B., 2004. "Plant taphonomy and palaeoecological interpretations. A synthesis". *Geobios* 37: 65-88.
- MARTÍN SEIJO, M., RICO REY, A., TEIRA BRIÓN, A., PICÓN PLATAS, I., GARCÍA GONZÁLEZ, I., y VIDALEMILIO, A., (2010): *Guía de Arqueobotánica*. Xunta de Galicia. Consellería de Cultura e Turismo. Dirección Xeral do Patrimonio Cultural, Santiago de Compostela.
- ORENGO, H.A.; PALET, J.M.; EJARQUE, A.; MIRAS, Y. y RIERA, S. (en prensa): "Pitch production during the Roman period: an intensive mountain industry directed towards long distance trade?". *Antiquity*, 87.
- OUT, W. (2012): "Firewood collection strategies at Dutch wetland sites in the process of Neolithisation". *The Holocene*, 20 (2): 191-204
- PALET, J.M.; ORENGO, H.A.; EJARQUE, A.; MIRAS, Y.; EUBA, I. y RIERA, S. (2013): "Arqueología de paisajes altomontanos pirenaicos: formas de explotación y usos del medio en época romana en valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra) y en la Sierra del Cadí (Alt Urgell)". En PLANA, R.; REVILLA, V. y FICHES, J.-L., *Paysages ruraux et terri- toires dans les cités de l'Occident romain. Actes du colloque AGER IX, Barcelone, 25-27 mars 2010, Montpellier*, Presses Universitaires de La Méditerranée collection «Mondes Anciens»: 323-334.
- PICORNELL, LI. (2009a): "Antracología y Etnoarqueología. Perspectivas para el estudio de las relaciones entre las sociedades humanas y su entorno". *Complutum*, 20 (1): 133-151.
- PICORNELL, LI. (2009b): "Quemar la prosperidad. Lena y vida cotidiana en los pueblos Fang de Guinea Ecuatorial". *Afro-Hispanic Review*, 28 (2): 43-56.
- PICORNELL GELABERT, L.; ASOUTI, E. y ALLUÉ, E. (2011): "The ethnoarchaeology of firewood management in the Fang villages of Equatorial Guinea, central Africa: Implications for the interpretation of wood fuel remains from archaeological sites". *Journal of Anthropological Archaeology*, 30: 375-384.
- PICORNELL, LI. (2012): *Paisaje vegetal y comunidades prehistóricas y protohistóricas en Mallorca y Menorca (Illes Balears): una aproximación desde la antracología*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- PIQUE, R. (1999): *Producción y uso de combustible vegetal: una evaluación arqueológica*. Treballs d'etnoarqueologia 3. Universitat Autònoma de Barcelona - CSIC. Bellaterra.
- PIQUÉ, R. (2005): "Paisaje y gestión de recursos forestales entre el VI y IV milenio cal BC en el nordeste de la Península Ibérica". En ARIAS, P., ONTAÑÓN, C., GARCÍA-MONCÓN, C. (Ed). *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Universidad de Cantabria. Santander: 45-52.
- PIQUE, R. (2006): "Los carbones y las maderas de contexto arqueológicos y el paleoambiente". *Ecosistemas*, 1: 1-7.

- PLINIO EL VIEJO. *Historia Natural*. The Latin Library [http://www.thelatinlibrary.com/pliny1.html Fecha de consulta: 02/2013.
- POPPER, V.S. y HASTORF, C.A. (1988). "Introduction". En HASTORF C. y POPPER V.S. (eds.) *Current palaeoethnobotany*. University of Chicago Press, Chicago-London: 1-16.
- RASMUSSEN, P. (1990): "Pollarding of trees in the Neolithic: Often presumed- difficult to prove". En ROBINSON, D.E. (Ed.), *Experimentation and Reconstruction in Purpose*. Kluwe Academic Publishers, Dordrecht: 29-38.
- RAURELL, J. (1994): "Breu història dels forns de pega". *Monografies del Montseny*, 9. Amics del Montseny. Viladrau: 183-187.
- SCHWEINGRUBER, F. H. (1990): *Anatomie europäischer Hölzer ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer. Anatomy of European woods an atlas for the identification of European trees shrubs and dwarf shrubs*. Verlag Paul Haupt. Stuttgart.
- SERVERA, G. y PICORNELL, LI. (2010): "L'arqueopalinologia i l'antracologia: dues disciplines per al coneixement de les relacions dels humans amb les plantes en el passat". *Mayurqa*, 33: 9-26.
- SOLÉ, A. (2007): *La gestió dels recursos forestals al Paleolític mitjà a partir de les macrorestes llenyoses del nivell M de l'Abric Romaní (Capellades, Anoia)*. Tesis de Master. Universitat Rovira i Virgili.
- THERY-PARISOT, I., CHABAL, L., y CHRZAVZEZ, J., (2010): "Anthracology and taphonomy, from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 291 (1-2): 142-153.
- THIÉBAULT, S., Ed. (2002): *Charcoal Analysis. Methodological approaches, palaeoecological results and wood uses. Proceedings of the Second International Meeting of Anthracology*. BAR International Series 1063, Paris.
- TRIGGER, B. (1992): *Historia del pensamiento arqueológico*. Critica. Barcelona.
- TRINTIGNAC, A. (2001) : "Évolution de l'artisanat dans la cité des Gabales (Lozère) du Haut-Empire à l'Antiquité tardive". *Actes du 2<sup>e</sup> colloque d'Erpeldange 26-28 octobre 2001*. Monographies Instrumentum, 20: 221-242.
- VAQUERO, M., ALLUÉ, E., BISCHOFF, BURJACHS, F., y VALLVERDÚ, J. (2013): "Environmental, depositional and cultural changes in the Upper Pleistocene and Early Holocene: The Cinglera del Capelló sequence (Capellades, Spain)". *Quaternaire*, 24 (1): 49-64.
- VERNET, J.-L. (1992): *Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme. Actes du colloque d'antracologie*. Bulletin de la Société Botanique de France, 139.
- VERNET, J.-L., OGEREAU, P., FIGUEIRAL, I., MACHADO, C., y UZQUIANO, P. (2001): *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents. Sud-Ouest de l'Europe : France, Péninsule Ibérique et îles Canaries*. CNRS. Paris.
- ZAPATA, L., PEÑA-CHOCARRO, L., IBÁÑEZ, J. J., y GONZÁLEZ, J. E. (2003): "Ethnoarchaeology in the Moroccan Jebala (Western Rif): wood and dung as fuel". En NEUMANN, K. (Ed). *Actes du 3rd International Workshop on African Archaeobotany. African Oecology*: 163-175.