



# Avances en Arqueometría

2005

Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría

Universitat de Girona  
del 16 al 19 de noviembre de 2005



## **VI Congreso Ibérico de Arqueometría**

*El VI Congreso Ibérico de Arqueometría, auspiciado por la Sociedad Española de Arqueometría se celebró en la Facultat de Lletres de la Universitat de Girona durante los días 16-19 de noviembre de 2005.*

### **COMITÉ CIENTÍFICO:**

Ernestina Badal (Universitat de Valencia)  
Josefina Pérez-Arantegui (Universidad de Zaragoza)  
Trinitat Pradell (Universitat Politècnica de Catalunya)  
Clodoaldo Roldán (Universitat de Valencia)  
Salvador Rovira (Museo Arqueológico Nacional)  
Nati Salvadó (Universitat Politècnica de Catalunya)  
Màrius Vendrell Saz (Universitat de Barcelona)

### **COMITÉ ORGANIZADOR:**

Presidenta: Judit Molera Marimon (GRMT-Dep. Física, UdG)

#### **Grup de recerca de Materials i Termodinàmica. Universitat de Girona**

Jordi Farjas Silva  
Pere Roura Grabulosa  
Joan Josep Suñol Martínez



#### **Institut del Patrimoni Cultural. Universitat de Girona**

Josep Bruch Rius  
Josep M. Nolla Brufau  
Lluís Palahí Grimal  
Jordi Sagrera Apadilla  
Marc Sureda Jubany  
David Vivó Codina

#### **Grup Patrimoni-UB. Universitat de Barcelona**

Sarah Boularand  
Anna Lluveras Tenorio  
Josep Roqué Rossell  
Màrius Vendrell Saz

EDITORES: Judit Molera i Marimon  
Jordi Farjas i Silva  
Pere Roura i Grabulosa  
Trinitat Pradell i Cara

COMITÉ CIENTÍFICO: Ernestina Badal (Universitat de Valencia)  
Josefina Pérez-Arategui (Universidad de Zaragoza)  
Trinitat Pradell (Universitat Politècnica de Catalunya)  
Clodoaldo Roldán (Universitat de Valencia)  
Salvador Rovira (Museo Arqueológico Nacional)  
Nati Salvadó (Universitat Politècnica de Catalunya)  
Màrius Vendrell Saz (Universitat de Barcelona)

© Some Rights Reserved

Esta obra está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 España de Creative Commons.

COLABORA: Fundació Privada: Girona, Universitat i Futur

**fundació**  
*privada:*  
**Girona,**  
**Universitat**  
*i futur*

LAMINA DE LA PORTADA: Gemma Molera i Marimon

DISEÑO Y MAQUETACIÓN: Emma La Salle i Botey

ISBN:

## AVANCES EN ARQUEOMETRÍA 2005





# ÍNDICE GENERAL

## CONFERENCIAS

1. **PATERNA CENTRO PRODUCTOR DE CERÁMICA DORADA EN LA EDAD MEDIA** a cargo de la Dra. Mercedes Mesquida García (Museu Municipal de Paterna). ..... 7
2. **LA PRODUCCIÓN DE BRONCES EN LA PREHISTORIA** a cargo del Dr. Salvador Rovira (Museo Arqueológico Nacional / Universidad Autónoma de Madrid). ..... 21
3. **NUEVAS APLICACIONES DE LA ANTRACOLOGÍA O DE LA IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA DEL CARBÓN Y LA MADERA** a cargo de la Dra. Ernestina Badal (Depto. Prehistoria y Arqueología Universitat de València). ..... 37

## CERÁMICA

4. LA CERÁMICA DE BARNIZ NEGRO HELENÍSTICO DEL YACIMIENTO DE LA VISPESA (HUESCA, ESPAÑA). ANÁLISIS DE LAS PASTAS. A. Domínguez, E. Maestro, P. Paracuellos, J. Pérez-Arantegui. .... 47
5. ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO DEL TALLER DE TERRA SIGILLATA DE MONTROIG DEL CAMP (BAIX CAMP, TARRAGONA). M. Madrid i Fernández, J. Buxeda i Garrigós. .... 59
6. TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN DE DECORACIONES CERÁMICAS CAMPANIFORMES CON RELLENO DE HUESO EN LA CUENCA MEDIA DEL GUADIANA. C. Odriozola, V. Hurtado. .... 71
7. DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA DE COZEDURA DE CERÂMICAS ARQUEOLÓGICAS: LUMINESCÊNCIA - POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES. G. Cardoso, M.I. Prudencio, A. Zink, M.I. Dias, J.C. Waerenborgh. .... 81
8. LA TECNOLOGÍA DE LA CERÁMICA MUDÉJAR ENTRE LOS SIGLOS XIV Y XVI: LAS PRODUCCIONES ESMALTADAS DE LAS ZONAS DE TERUEL Y ZARAGOZA. J. Pérez-Arantegui, J.M. Ortega, C. Escriche. .... 89
9. CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA DE LOS PRINCIPALES CENTROS PRODUCTORES CATALANES DE CERÁMICA MAYÓLICA DE LOS SIGLOS XVI I XVII. J. Garcia Iñañez, A. Schwedt, M. Madrid i Fernandez, J. Buxeda i Garrigós, J.M. Gurt i Esparraguera. .... 97
10. ESTUDIO DE LA CERÁMICA DORADA DEL MAS LLORENS DE SALT. J. Molera, T. Pradell, J. Farjas, M. Sureda, X. Alberch, J. Burch. .... 109

## METALES

11. ESTUDIO DE LOS ANÁLISIS DE DETERIORO Y PROPUESTA DE CONSERVACIÓN/RESTAURACIÓN DE OBJETOS DE HIERRO RECUPERADOS DEL FONDO DEL MAR. J. Barrio, A.I. Pardo, M. Arroyo, J. Chamón. .... 123
12. ANÁLISIS MEDIANTE EDXRF Y ESEM DE LAS ALEACIONES DE ORO DEL TESORO DE CHESTE (S. IV-III A.C.). C. Roldán, J. Ferrero, D. Juanes, M<sup>a</sup>.L. de la Bandera. .... 131
13. EXPERIMENTOS DE FUNDICIÓN DE MINERALES DE HIERRO EN LA CIUDAD-ESTADO CELTIBÉRICA DE SEGEDA (MARA, ZARAGOZA). S. Rovira, F. Burillo. .... 137
14. ESTUDIO DE COMPOSICIÓN MEDIANTE ED-XRF DE MATERIALES METÁLICOS DEL ASENTAMIENTO PROTOHISTÓRICO DE SANT JAUME MAS D'EN SERRÀ (ALCANAR, MONTSIÀ, TARRAGONA). D. Garcia i Rubert, F. Gracia Alonso, I. Montero Ruiz, I. Moreno Martínez, M.C. Rovira Hortalà. .... 145
15. ANÁLISIS DE ESCORIAS DE PLOMO DEL POBLADO DE LA EDAD DEL HIERRO DE EL CALVARI EN EL MOLAR (PRIORAT, TARRAGONA). M. Gener, S. Rovira, I. Montero, M. Renzi, N. Rafel, X-L. Armada. ... 153
16. ESCORIAS METALÚRGICAS DEL YACIMIENTO FENICIO DE LA FONTETA (ALICANTE). ESTUDIO PRELIMINAR. M. Renzi, S. Rovira. .... 163

## PIGMENTOS

17. MICROSCOPIA RAMAN EN DOS CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS DE ÉPOCA ORIENTALIZANTE E IBÉRICA. A. Sánchez Vizcaíno, D. Parras Gujarro, M. Montejo Gámez, N. Ramos Martos. .... 175
18. ALTERACIÓN DE PINTURAS DORADAS: EL CASO DE SANT BENET DE BAGES. S. Boularand, P. Giráldez, A. Lluveras, M. Vendrell-Saz. .... 183
19. EL COLOR DE LOS EDIFICIOS CLÁSICOS DE JEREZ DE LA FRONTERA, CÁDIZ. M<sup>a</sup>.J. Feliu, A. Villena, F. Salvador, P. Ortega. .... 189

20. LOS REVESTIMIENTOS Y PINTURAS DEL ESTANQUE DEL PATIO DE LAS DONCELLAS DEL REAL ALCÁZAR DE SEVILLA. M <sup>a</sup> .D. Robador, A. Durán, P. Gimana, J.L. Pérez-Rodríguez, M <sup>a</sup> .C. Jiménez de Haro, A. Justo. ....	197
21. ANÁLISIS "IN SITU" DE PINTURAS RUPESTRES LEVANTINAS MEDIANTE EDXRF. C. Roldán, S. Murcia-Mascarós, J. Ferrero, V. Villaverde, R. Martínez, P.M. Guillem. E. López. ....	203

## BIOMATERIALES

22. ESCLEROCIOS DE <i>CENOCOCCUM GEOPHILUM</i> Fr. EN YACIMIENTOS PROTOHISTÓRICOS DEL NORDESTE PENINSULAR. N. Alonso, D. López. ....	213
23. QUANTIFICATION IN CHARCOAL ANALYSIS? YES, BUT NOT ALWAYS. EXAMPLES FROM PROBLEMATIC PORTUGUESE SITES. I. Figueiral. ....	223
24. EVIDENCIAS DE MATERIAS ORGÁNICAS EN INSTRUMENTOS METÁLICOS DEL CALCOLÍTICO Y EDAD DEL BRONCE ANDALUCES. E. Badal, C. Gutierrez, A. Cabrera, M. Cortés, M.D. Simón, A.I. Pardo, A. Sánchez, M.J. Gómez. ....	229
25. ANÁLISIS ANTRACOLÓGICO DE LOS NIVELES CALCOLÍTICOS DE LA PARCELA C DE MARROQUÍES BAJOS (JAÉN). M <sup>a</sup> .O. Rodríguez-Ariza. ....	241
26. CARACTERIZACIÓN DE MATERIA COLORANTE Y AGENTES DE DETERIORO EN LAS PLAQUETAS GRABADAS PALEOLÍTICAS DEL MOLÍ DEL SALT (VIMBODÍ, CONCA DE BARBERÀ). G. Gómez Merino, M.I. Sarró, M. García Díez, M. Vaquero, J. Valverdú i Poch. ....	251
27. UNA VALORACIÓN DE LA PALEOVEGETACIÓN DEL SURESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA DURANTE LA PREHISTORIA RECIENTE A PARTIR DE APLICACIONES ESTADÍSTICAS EN ANTRACOLOGÍA. M <sup>a</sup> .O. Rodríguez-Ariza, J.A. Esquivel. ....	263
28. DENDROLOGÍA Y ARQUEOLOGÍA: LAS HUELLAS DEL CLIMA Y DE LA EXPLOTACIÓN HUMANA DE LA MADERA. Y. Carrión Marco. ....	273
29. ANÁLISIS MICROSCÓPICO DE COPROLITOS DE HERBÍVOROS HALLADOS EN EL CONTEXTO ARQUEOLÓGICO. E. Badal. V. Atienza. ....	283
30. EXPERIMENTACIÓN SOBRE RECOGIDA DE LEÑA EN EL PARQUE FAUNÍSTICO DE LOS PIRINEOS "LACUNIACHA" (HUESCA). UNA APROXIMACIÓN A LA TAFONOMÍA DEL REGISTRO ANTRACOLÓGICO. E. Allué, I. Euba, I. Cáceres, M. Esteban, M <sup>a</sup> .J. Pérez. ....	295
31. ESTUDIO DE LA EXTRACCIÓN QUÍMICA DEL Fe EN MADERA ARQUEOLÓGICA SUBACUÁTICA TRATADA PREVIAMENTE CON PEG 4000. M.L. Escoda, J.J. Suñol. ....	305

## ÍNDICE DE AUTORES



# EXPERIMENTACIÓN SOBRE RECOGIDA DE LEÑA EN EL PARQUE FAUNÍSTICO DE LOS PIRINEOS "LACUNIACHA" (HUESCA). UNA APROXIMACIÓN A LA TAFONOMÍA DEL REGISTRO ANTRACOLÓGICO

## EXPERIMENTAL WORK ON FUELWOOD COLLETION AT THE PARQUE FAUNÍSTICO DE LOS PIRINEOS "LACUNIACHA" (HUESCA). AN APPROACH TO TAPHONOMY OF THE ANTHRACOLOGICAL RECORD

**E. Allué<sup>1</sup>, I. Euba<sup>2</sup>, I. Cáceres<sup>3</sup>, M. Esteban<sup>3</sup>, M.J. Pérez<sup>4</sup>**

1. Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (IPHES). Àrea de Prehistòria (Unitat Associada al CSIC). Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.
2. Institut d'Arqueologia Clàssica (ICAC). Tarragona.
3. Àrea de Prehistòria (Unitat Associada al CSIC). Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.
4. Parque Faunístico de los Pirineos "Lacuniacha". Huesca.

### RESUMEN

Los análisis antracológicos, además de permitir el análisis taxonómico de los carbones recuperados en los yacimientos arqueológicos, pueden aportar más datos a partir del análisis tafonómico con el fin de entender el medio y el comportamiento humano de nuestro pasado. Este análisis permite profundizar, entre otros, sobre aspectos relacionados con la explotación del combustible a través de la experimentación. Los objetivos que nos interesan en este estudio son la cuantificación, la reducción de masa y las deformaciones anatómicas de la madera antes y después de la combustión. El Parque Faunístico de "Lacuniacha" (Piedrafita de Jaca, Huesca) nos proporciona el marco natural adecuado para reproducir los procesos que nos interesan, ya que se trata de un entrono vegetal similar al que encontramos en secuencias Pleistocenas del NE Peninsular.

PALABRAS CLAVE: antracología, experimentación, tafonomía, combustible leñoso

### ABSTRACT

Charcoal analyses permit to obtain data using the taphonomic analyses as well as the obtaining of taxonomic results in order to understand past environments and human behaviour. Taphonomy permits to deep in the aspects related to fuel wood exploitation using experimental work. The aim of this study is the quantitative analyse, mass reduction, anatomical deformation of wood before and after combustion. The Parque Faunístico de los Pirineos "Lacuniacha" (Piedrafita de Jaca, Huesca), gives us the natural framework to reproduce the processes we are dealing with, due to the similarity with the Pleistocene sequences from the NE of the Iberian Peninsula.

KEYWORDS: charcoal analyses, experimental work, taphonomy, fuelwood

### INTRODUCCIÓN

El interés por conocer las formas de explotación del combustible leñoso surge de las preocupaciones de la arqueología con relación a todos los aspectos paleoeconómicos de las sociedades del pasado con diversas formas de organización social y económica. El estudio del combustible en Prehistoria está basado en los residuos de carbón y cenizas recuperados en yacimientos arqueológicos. La explotación de leña durante el Paleolítico depende de factores como la disponibilidad, abundancia, gasto energético, tipos de ocupación y organización socioeconómica. En la mayor parte

de yacimientos del NE peninsular, el pino es la especie utilizada mayoritariamente y probablemente su explotación esté basada en la recogida de leña caída o la recogida de las ramas más bajas de dicha especie (Allué, 2002a). En este sentido consideramos que el estudio de la biomasa muerta y la reproducción experimental de la recogida de leña son aspectos indispensables para reconocer las necesidades de los cazadores-recolectores, la producción de leña y las características en estas formaciones vegetales.

En algunos estudios ya se ha aplicado este tipo de aproximación intentando no limitarse a la iden-

tificación taxonómica (Théry-Parisot, 2001; Badal, 2001; Allué, 2002b). Asimismo los aspectos relacionados con la cuantificación también han sido estudiados y valorados en trabajos anteriores que ofrecen un punto de partida a este estudio (Badal, 1992; Chabal, 1997; Piqué, 1999).

El objetivo de este trabajo es presentar el planteamiento inicial y la primera parte del proceso realizado durante los últimos meses de una experimentación arqueológica en un espacio natural protegido. Concretamente estamos trabajando en el parque faunístico Lacuniacha en el cual desde hace 2 años se desarrolla un proyecto de investigación a través de un convenio con la Universitat Rovira i Virgili. El entorno no modificado de los bosques de Lacuniacha, similares a los que se identifican durante el Pleistoceno superior a través de la antracología y la palinología (Burjachs y Allué, 2002), nos sirven de campo experimental para realizar algunas investigaciones entorno a la recogida de leña.

## PARQUE FAUNÍSTICO LACUNIACHA

El Parque Faunístico Lacuniacha se localiza en pleno Valle de Tena, en la comarca del Alto Gállego (Aragón), a escasos 2 Km. del pueblo de Piedrafita de Jaca. Su inauguración tuvo lugar en el año 2001 a raíz de una iniciativa privada cuyo objetivo era preservar la flora del enclave y fomentar la llegada de fauna autóctona, en muchos casos extinguida en estas latitudes.

A grandes rasgos se puede distinguir un piso de vegetación montano húmedo de bosques caducifolios en la parte más baja del parque. En estas formaciones vegetales encontramos especies arbóreas como fresnos (*Fraxinus excelsior*), abedules (*Betula pendula*), pino albar (*Pinus sylvestris*), álamos (*Populus tremula*) y hayas (*Fagus sylvatica*) etc. En el sotobosque están presentes los arbustos como avellano (*Corylus avellana*), serbal de los cazadores (*Sorbus aucuparia*), acebo (*Ilex aquifolium*) y boj (*Buxus sempervirens*). En la parte alta del parque, con un piso vegetal prácticamente subalpino y con unas condiciones más extremas, la cubierta arbórea está conformada por pinares de pino negro (*Pinus uncinata*), abedul (*Betula pendula*), cerezo silvestre (*Prunus padus*), y un denso sotobosque de brezo (*Calluna vulgaris*), enebro (*Juniperus communis*), rododendro (*Rhododendron ferrugineum*)...etc.

Además de toda la fauna natural propia del entorno, este espacio natural contiene otras especies, extinguidas en los pirineos, en régimen de semilibertad y que han sido introducidas con el objetivo de recrear un espacio natural parecido al que podríamos contemplar hace diez mil años.

El bioparque Lacuniacha con unas 30 Ha. de superficie está dividido en grandes y espaciosos recintos que acogen, entre herbívoros y carnívoros, a más de 60 animales de 10 especies distintas. Cada uno de estos grupos faunísticos ocupa una zona del parque que ha sido cuidadosamente estudiada para que reúna las condiciones óptimas para su adaptación y las necesidades de su hábitat. De la familia de los cérvidos podemos contemplar ciervo, reno (*Rangifer tarandus*), gamo (*Dama dama*) y corzo (*Capreolus capreolus*). Entre los caprinos cabra montés (*Capra pyrenaica hispanica*) y sarrío. El herbívoro más grande en cautividad es bisonte europeo (*Bison bonasus*) que ocupa la zona donde se localizaba la laguna de origen glaciario que da nombre al parque. Los cánidos están representados por lobo europeo (*Canis lupus lupus*) y los felinos por lince boreal (*Lynx lynx lynx*). Además de todas estas especies algunas de ellas ya exóticas en estas latitudes, encontramos el primitivo caballo salvaje llamado de Przewalski (*Equus przewalski*).

## METODOLOGÍA

La experimentación se ha planteado con el fin de valorar todos los aspectos relacionados con los diferentes procesos desde la recogida de la leña hasta el análisis antracológico de los residuos de combustión. La complejidad de todo el proceso provoca la intervención de numerosas variables y técnicas diferentes que se intentan controlar y aplicar en todas las fases del experimento. Hasta el momento hemos realizado dos recogidas de leña, una combustión al aire libre, el análisis de los residuos producidos y una combustión en laboratorio.

Los parámetros elegidos para cada una de las fases han sido tomados de forma aleatoria (Ej. tiempos de recogida de leña) o bien obligados por aspectos logísticos (Ej. tiempo de la combustión, soporte de la combustión). A partir de éstos introduciremos variables o continuaremos en la misma línea dependiendo de los resultados obtenidos

## ANÁLISIS DE LOS CARBONES Y LA MADERA

El análisis antracológico está basado en la identificación taxonómica de carbones de origen mayoritariamente arqueológico (Chabal et al., 1999; Badal et al., 2003). El análisis implica además una cuantificación del registro a veces cuestionada por la dificultad que existe para inferir desde el fragmento de carbón hasta el bosque. La cuantificación está basada en el número de fragmentos, el peso y la presencia/ausencia. Estos sistemas de cuantificación y la representatividad de los registros antracológicos ya ha sido ampliamente discutidos por diversos autores (Heinz, 1990; Badal, 1992; Chabal, 1997; Piqué, 1999; Asouti y Hather, 2001). El análisis de la madera se

realiza mediante la preparación de láminas delgadas y habitualmente en arqueología se utiliza para la identificación de objetos (Asensi, 2002).

Para la identificación taxonómica hemos utilizado un microscopio de luz reflejada Olympus BH2. Para la observación de las láminas se utilizará la luz incidente del mismo microscopio. La preparación de láminas se realizará con un microtomo y con el procedimiento de Schweingruber (1990).

### ANÁLISIS TAFONÓMICO

El estudio de las deformaciones de la madera a través del registro antracológico se ha desarrollado recientemente con el fin de entender los procesos que sufre la madera antes y después de la combustión (Allué 2002b; Théry-Parisot, 2001). Los procesos que tienen lugar en la formación del registro antracológico son el crecimiento, la muerte biológica de la planta, la combustión, la fosildiagénesis y la excavación (recuperación del registro fósil) (**Fig. 1**). El crecimiento de la planta está afectado por diversos agentes biológicos y físico-químicos que dependen de las condiciones en las que esta crece o bien de la acción antrópica. El tipo de modificaciones que sufre la madera es

de diversa índole; los nudos, la modificación del tamaño de las células o la transformación por el crecimiento irregular son algunas de ellas. La combustión es el proceso producido bien por la acción antrópica o bien por agentes naturales (incendios) que modifican la madera convirtiéndola en carbón. Este proceso está condicionado por los mecanismos que caracterizan la carbonización y depende de variables como el tiempo de combustión, la temperatura, el calibre de la madera, las propiedades y condiciones de ésta. La carbonización produce transformaciones en la estructura interna de la madera y en su morfología (Loreau, 1994; Chabal et al, 1999). Los procesos fosildiagenéticos están causados por agentes físico-químicos y naturales/ biológicos, debido a mecanismos como el hielo-deshielo, pisoteo y presión del sedimento, condicionados por el tipo de sedimentación y otros factores biológicos que afectan a la formación del depósito. Finalmente, la excavación y el muestreo son los últimos procesos que sufre el carbón antes de su estudio. La fragmentación es una de las transformaciones que afecta principalmente a los carbones durante su recogida, sobre todo si se utilizan técnicas de flotación.




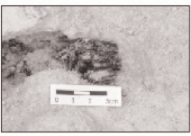

PROCESOS	AGENTES	MECANISMOS	MODIFICACIÓN/ALTERACIÓN	OBJETIVOS
<b>Crecimiento de la Planta</b> 	ANTRÓPICOS NATURALES	VIENTO, RAYOS, CRECIMIENTO DE LA PLANTA, PODA	RESQUEBRAJADURAS, NUDOS, ALTERACIONES EN LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO	PALEOECOLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN
<b>Muerte de la planta</b> 	ANTRÓPICOS NATURALES	CONDICIONES AMBIENTALES ALMACENAMIENTO/PODA PUTREFACCIÓN/DEGRADACIÓN	ALTERACIONES DE LA ESTRUCTURA CELULAR	ESTRATEGIAS DE EXPLOTACIÓN DEL COMBUSTIBLE ESTADO DE LA MADERA ANTES DE LA CARBONIZACIÓN
<b>Combustión</b> 	ANTRÓPICOS NATURALES	CARBONIZACIÓN	FISURAS, VITRIFICACIÓN, FRAGMENTACIÓN, REDUCCIÓN DE MASA, DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA CELULAR	CADENA OPERATIVA DEL FUEGO
<b>Fosildiagénesis</b> 	NATURALES	PISOTEO PRESIÓN SEDIMENTARIA HIELO-DESHIELO	FRAGMENTACIÓN, FISURAS, DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA CELULAR	CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO
<b>Recuperación del registro</b> 	ANTRÓPICO	RECOGIDA DE LOS CARBONES	FRAGMENTACIÓN	CUANTIFICACIÓN DEL REGISTRO CONSERVACIÓN DEL MATERIAL

Fig. 1. Procesos que producen alteraciones en el registro antracológico

El objetivo del estudio de las modificaciones anatómicas sobre este tipo de material es profundizar en el conocimiento sobre la forma en que el material ha llegado al yacimiento, sobre la formación del depósito en si mismo y las alteraciones que se generan sobre el material arqueológico (en este caso antracológico).

## DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS PRELIMINARES

### RECOGIDA DE LEÑA

La zona elegida para las dos primeras recogidas de leña se encuentra situada enfrente del recinto de los lobos. Esta área no es accesible al público y no tiene ningún tipo de cuidado (limpieza del sustrato, podas etc), que puedan alterar la zona experimental. La especie dominante en el área es el pino albar (*Pinus sylvestris*). Otras especies tales como acebo (*Ilex aquifolium*), haya (*Fagus sylvatica*) y roble (*Quercus petraea*) también están presentes. También observamos algún abedul (*Betula pendula*), serbal (*Sorbus aucuparia*) y *Rosa* sp.. En la primera zona encontramos todas las especies enumeradas, en cambio en la segunda el pino es mayoritario y únicamente encontramos además de esta, el acebo (*Ilex aquifolium*) y frambueso (*Rubus idaeus*).

Desde nuestro punto de vista, no es posible reproducir con exactitud la forma de recogida de la leña de los cazadores recolectores del Paleolítico. Por lo tanto la información que obte-

nemos en esta primera fase es únicamente informativa en relación a los individuos que recogen, la forma y la cantidad. Más adelante deberemos comparar con datos etnográficos para obtener, de esta fase del proyecto, una mayor utilidad. El objetivo del experimento es recolectar madera del suelo en todas las estaciones del año y en diferentes zonas con formas de recogida que puedan repetirse. La madera recogida será procesada con diferentes finalidades como la realización de fuegos al aire libre y combustiones en laboratorio. Hasta el momento hemos recogido madera en dos ocasiones, Enero y Mayo, en dos áreas diferentes que se delimitaron con barras de hierro con el fin de poder repetir las recogidas.

La recolección de la leña del primer experimento (Lac05Exp1) se realizó en un área de 50m<sup>2</sup> en una pendiente de unos 40° situado enfrente del recinto de los lobos. Esta primera actividad fue realizada por cuatro mujeres durante 30 minutos. Se recogieron un total de 46,5 Kg. de leña. La longitud máxima de la madera es de 190 cm y la mínima de 29 cm. El grosor oscila entre 8 y 1cm de diámetro. Una segunda experimentación (Lac05Exp2) se realizó en la misma pendiente pero en otra zona de 100m<sup>2</sup>. Esta vez la recogida la realizaron dos mujeres y se llevo a cabo una recogida de la totalidad de la leña del suelo que duró aproximadamente diez minutos (**Fig. 2**). El estudio y cuantificación de esta segunda recolección está hasta el momento en proceso.



Fig. 2. Imágenes del proceso de recogida de leña y de la combustión al aire libre

En ambas experimentaciones, las ramas se recogieron y acumularon en el camino para luego ser transportadas al laboratorio o lugar de combustión. También se recogieron helechos, hojas y piñas para el encendido del fuego. Muchas ramas estaban degradadas, mantenían la corteza, tenían musgo y microorganismos vivos.

### COMBUSTIÓN AL AIRE LIBRE

El objetivo de esta fase es realizar diferentes combustiones al aire libre con el fin de entender aspectos relacionados con la representatividad taxonómica. De hecho se pretende realizar diversos fuegos con el material de cada una de las recogidas dependiendo de la cantidad de leña obtenida.

Hasta el presente solo hemos realizado la combustión de parte de una de las recolecciones de madera. Ésta se realizó en Enero de 2005 en un día de nieve y viento, utilizando únicamente una parte del material recogido (Fig. 2). La leña recogida se separó en cuatro grupos según el diámetro. De cada rama se guardó una muestra para la combustión en mufla y para la observación de la madera con láminas finas.

De un total de 46,5 Kg. seleccionamos 8,7 Kg. para encender nuestro primer fuego. Las ramas estaban todavía húmedas. El fuego plano sin ningún tipo de estructuración se realizó sobre una superficie de cemento en una nave abierta. Encendimos el fuego con helechos, musgos, piñas y hojas que tardó en prender diez minutos, luego pusimos las ramas más finas. Una vez encendido el fuego colocamos las ramas de grosor medio, durante los primeros 20 minutos de combustión y entonces colocamos las ramas más gruesas. En 25 minutos añadimos la totalidad de la leña seleccionada para el fuego. Este no produjo mucho calor, hay que tener en cuenta que la temperatura ambiente era de aproximadamente 1°C y hacía viento; el humo era aromático y abundante. Seguramente esto se debe a que la madera estaba degradada y en condiciones húmedas, pero también influirían las características del pino albar. Esta especie domina en el área muestreada y es mayoritaria en el fuego como veremos más adelante.

Para controlar la temperatura de combustión utilizamos 4 termocuplas (T1, T2, T3, T4) (Modelo: Martín-Martén MP-1996). Colocamos la T1 en contacto con el suelo; la T2 en el medio del combustible; la T3 encima del mismo y la T4 en contacto con las llamas. Sin embargo, se movieron durante la combustión. La temperatura máxima que alcanzó fueron 600°C. Si observamos el gráfico de temperaturas vemos como las temperaturas máximas las alcanzan las termocuplas situadas en el suelo (T1) y en contacto con las llama-

mas (T4) (Fig 3). La grandes fluctuaciones son debidas al movimiento natural del fuego, que en el momento que provocaba que una termocupla se apartase, la temperatura bajaba en picado. Esto fue debido a su vez, a la temperatura ambiental de entorno a 1°C.

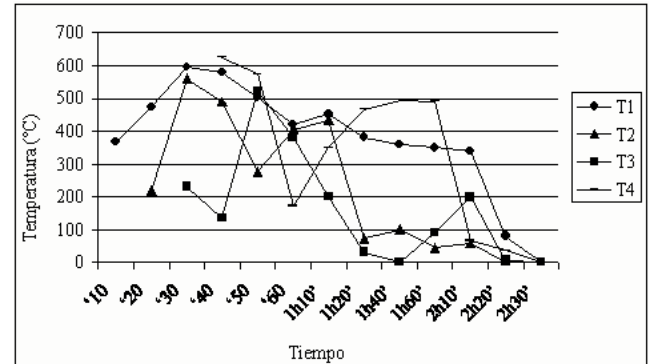


Fig. 3. Gráfico de representación de temperaturas del fuego al aire libre

Tabla I. Resultados del análisis antracológico del residuo de la combustión al aire libre

Taxon	núm	%
<i>Pinus sylvestris</i>	227	90,8
<i>Sorbus</i>	15	6
<i>Rosa</i>	4	1,6
<i>Betuna</i>	2	0,8
Piña	1	0,4
Total analizado	250	100

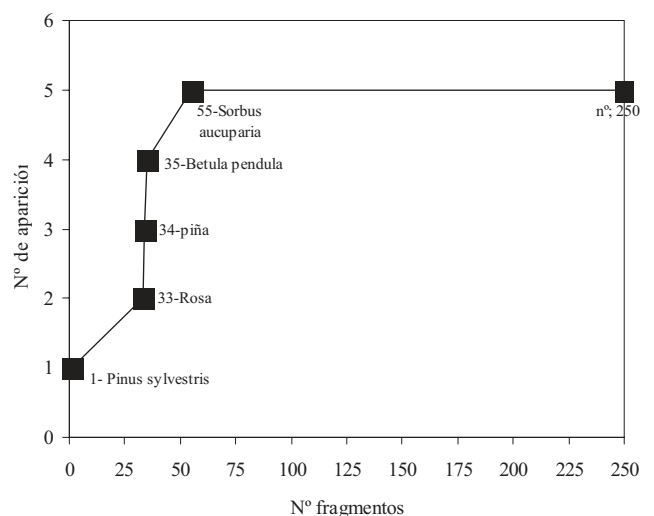


Fig. 4. Gráfico de relación entre el número de fragmentos estudiados y el número y orden de aparición

El fuego duró 2 horas y 30 minutos y la temperatura se midió cada 15 minutos. El fuego dejó de producir llamas en una hora y el humo se hizo más abundante. En dos horas dejamos de poner leña y las ramas se separaron para apagar el fuego. Todos los residuos se recogieron y se llevaron al laboratorio. Las cenizas de la combustión al aire libre se recogieron para realizar el estudio de fitólitos. Los carbones se recogieron para la identificación de la madera, análisis tafonómico y cuantitativo. La masa total del residuo de carbones pesó 627,7 grs.

Los resultados del análisis de 250 fragmentos de la fracción >4mm de la primera combustión, muestran de forma evidente un porcentaje mayoritario de *Pinus sylvestris*. Además se han identificado otras especies como *Rosa*, *Sorbus aucuparia* y *Betula pendula* (Tab. I). Con respecto a la relación entre especies que encontramos en la zona de recogida existen diferencias entre los taxones. Sin embargo consideramos que la única que realmente es importante en el medio y no está recogida es el acebo. El resto crece de forma puntual y por ejemplo los robles son ejemplares jóvenes. Con respecto a la aparición de los taxones, a los 250 fragmentos ya han aparecido todos los que se han quemado. Como veremos posteriormente se identificarán las ramas separadas. El orden de aparición es: *Pinus*, *Rosa*, *Betula* y *Sorbus* (Fig. 4).

#### COMBUSTIÓN EN EL LABORATORIO

La combustión en laboratorio tiene como objetivo observar las modificaciones de la carbonización en un medio controlado. Para ello hemos realizado combustiones individuales de fragmentos de las ramas en una mufla (Naberthern modelo L9), que también han sido sometidas a la combustión al aire libre. Para limitar las variables se decidió realizar dos procesos diferentes, una combustión a  $350^{\circ}\pm 50$  y otra a  $700^{\circ}\pm 50$ . El tiempo utilizado para cada proceso fue de 12 minutos aproximadamente. El tamaño de cada fragmento tenía una media de 6,7 cm de longitud, 1,7 cm de grosor y un peso medio de 6,6 gr. La pérdida de peso media ha sido diferente en cada una de las temperaturas (Fig. 5). Observamos una mayor pérdida de masa en los fragmentos carbonizados a  $700^{\circ}$ .

El análisis taxonómico del material carbonizado en mufla ha proporcionado cuatro taxones. Los mismos que se identifican en el análisis antracológico del material carbonizado al aire libre. La mayor parte de los fragmentos muestran alteraciones de carácter biológico cuyo origen es todavía desconocido (Fig. 6). Además se han identificado fisuras relacionadas con la combustión en zonas sensibles como áreas alteradas o radios. No se observan modificaciones significativas entre los fragmentos quemados a  $300^{\circ}\text{C}$

y  $700^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo en experimentos anteriores de combustión en mufla esta diferencia si se observa (Allué, 2002a). Seguramente la diferencia depende no solo de la temperatura sino de otras variables como el tiempo y el grado de degradación de la madera.

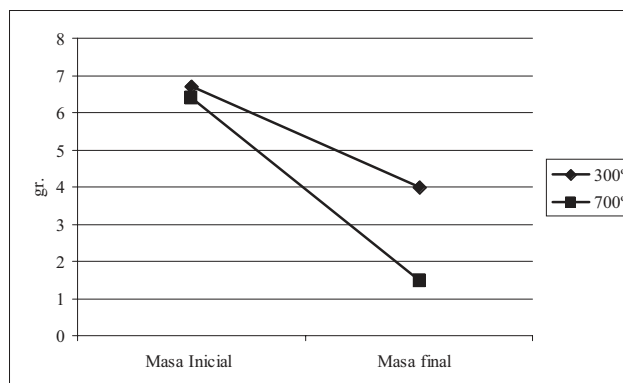


Fig. 5. Gráfica de reducción de masa de las muestras de la combustión en laboratorio

#### DISCUSIÓN

Desde nuestro punto de vista la realización de estos primeros experimentos y su continuidad proporcionarán un punto de partida para entender en profundidad los registros antracológicos. Asimismo mejorarán los aspectos relacionados con la interpretación de los procesos de formación de este registro.

Como ya hemos señalado con anterioridad, la recogida de leña que realizamos no es representativa. Es decir que no pretende una reproducción exacta de lo que pudo haber sido la recogida de combustible por parte de cazadores-recolectores. Los referentes etnográficos señalan que la recogida de leña la realizan las mujeres y los niños. Asimismo el aprovisionamiento de madera muerta es prioritario, sobretodo para la explotación inmediata (Heizer, 1963). En nuestro experimento hemos visto que en pocos minutos se puede recoger leña suficiente, sin grandes esfuerzos, para mantener un fuego durante horas. Asimismo a través de la repetición de los ensayos en la misma área, comprobaremos el desgaste del combustible.

La combustión es una de las fases que alteran la madera y de este proceso depende en gran medida las características del registro antracológico. Es decir, los datos cualitativos, cuantitativos y las deformaciones de los carbones. Desde la simplicidad de la experiencia realizada hasta el momento, hemos observado que este proyecto puede aportar datos a la interpretación antracológica. En primer lugar, los datos tafonómicos nos

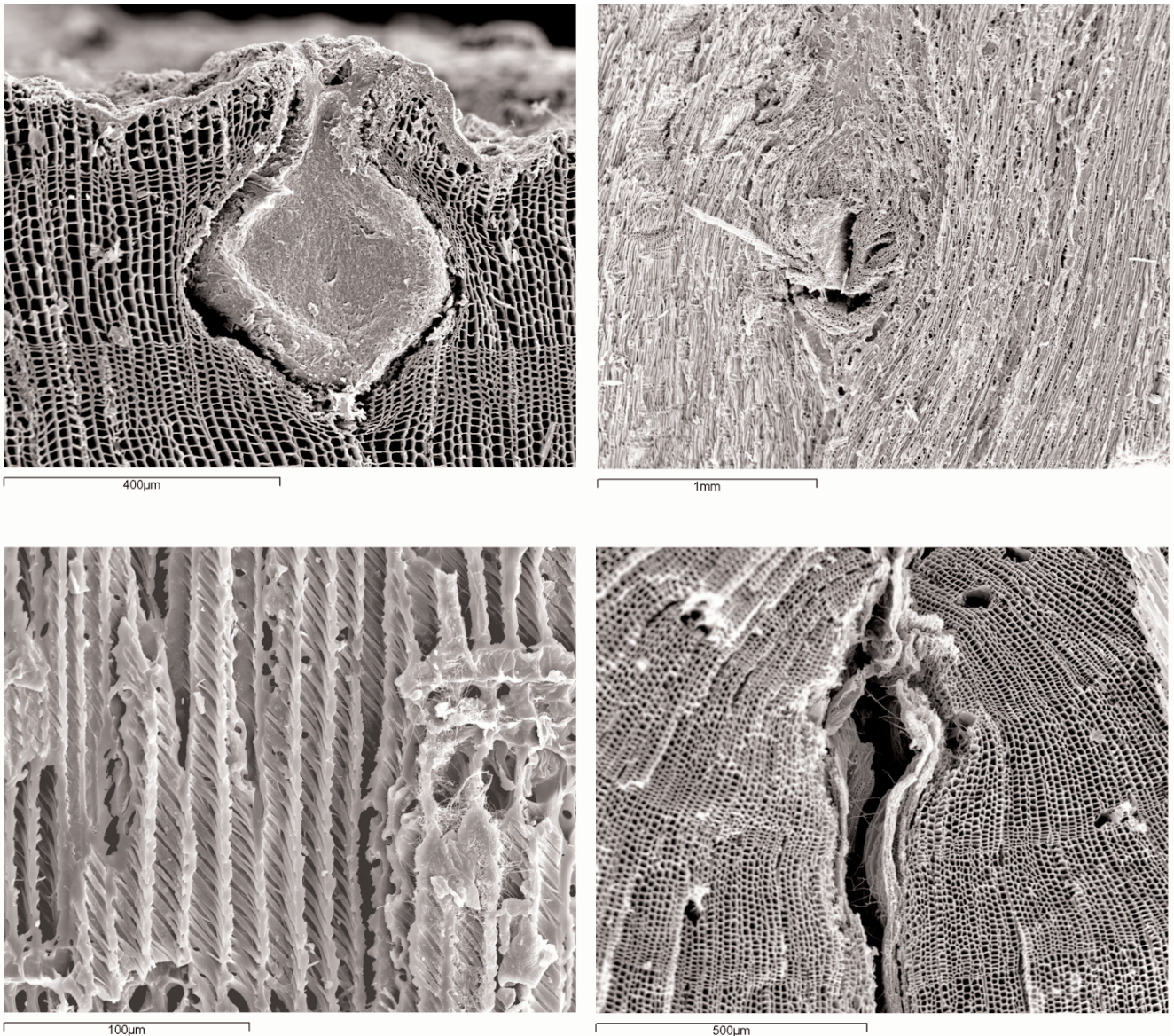


Fig. 6. Fotografías realizada con Microscopio Electrónico de Barrido en las que se pueden observar diferentes alteraciones de la madera.

**Tabla II. Relación de presencia/ausencia de taxones en la zona experimental y el análisis antracológico**

Experimento 1 (LAC05EXP1)		Taxones en la zona experimental	Taxones análisis antracológico
Árboles	<i>Quercus petraea</i>	X	
	<i>Pinus sylvestris</i>	X	X
	<i>Betula pendula</i>	X	X
	<i>Fagus sylvatica</i>	X	
Arbustos	<i>Rosa</i>	X	X
	<i>Sorbus aucuparia</i>	X	X
	<i>Ilex aquifolium</i>	X	

indican que no se pierde el material quemado en su totalidad. Es decir que existe representatividad de todo lo quemado en el posterior análisis. Sin

embargo, debemos tener en cuenta que la duración del fuego fue corta y que datos de otros autores indican una importante diferencia entre la reducción de masa entre especies (Bazile-Robert, 1982; Loreau, 1994). Esta diferencia en la reducción de masa, que provoca la total desaparición de un taxón, no ha sido advertida en nuestros experimentos. En segundo lugar, observamos que las especies con una mayor producción de biomasa muerta como puede ser el pino, son más accesible en este tipo de recogida. En cambio, las especies poco productoras no aparecen en la leña recogida. Por lo tanto la disponibilidad en relación a la producción de biomasa muerta es un elemento indispensable para la interpretación de los registros antracológicos. Finalmente, las alteraciones observadas en los carbones analizados son mayoritariamente bioló-

gicas, sin embargo el origen todavía no lo hemos podido precisar. Estas alteraciones aparecen en la mayor parte de fragmentos, sin embargo esto no es habitual en los registros antracológicos.

## CONCLUSIÓN

Los estudios antracológicos de las secuencias arqueológicas estudiadas hasta el momento han proporcionado una amplia serie de resultados que aportan datos significativos sobre las secuencias. Sin embargo consideramos que la utilización y aplicación de otras técnicas así como los ensayos experimentales contribuyen a profundizar en algunos aspectos que se han tratado puntualmente. Hasta el momento los datos que aportamos con este trabajo son únicamente un punto de partida que permitirá en un futuro entender e interpretar mejor los registros antra-

cológicos. Consideramos que todavía es precipitado realizar conclusiones definitivas que puedan de momento aplicarse al registro antracológico.

## AGRADECIMIENTOS

Los trabajos experimentales desarrollados en Lacuniacha se realizan bajo los auspicios del Convenio de Colaboración firmado entre el Parque Faunístico de los Pirineos y la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona. Agradecemos la colaboración de todos los trabajadores de Lacuniacha, así como de su director, Sr. Javier Galuchino. Para realizar este proyecto hemos obtenido financiación de 2004BE000303 (Generalitat de Catalunya) y SGR20010013 (Generalitat de Catalunya). M.E. es becario de la Fundación Atapuerca. Agradecemos a Marisol García por su colaboración en el proceso de combustión con la mufla.

## BIBLIOGRAFIA

- ALLUÉ, E. 2002a. "Dinámica de la vegetación y explotación del combustible leñoso durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno del Noreste de la Península Ibérica a partir del análisis antracológico". Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili. ISBN:T 1563-2003/ISBN84-688-5284-8, Tarragona.
- ALLUÉ, E. 2002b. "Preliminary issues regarding the taphonomic study of archaeological charcoal upon the record from the Abric Romaní (Capellades, España)", pp.447-452 en Current topics on taphonomy and fossilization, Valencia, Ed. M. Renzi de, M. V. Pardo, M. Belinchón, E. Peñalver, P. Montoya, A. Márquez-Aliaga, Ajuntament de Valencia, Valencia.
- ASENSI AMORÓS, M.V. 2002. "Wood from ancient Egypt the Ramesseum and the Valley of the Queens (18th Dynasty-Roman period). A preliminary report", pp.273-277 en Charcoal Analysis. Methodological approaches, palaeoecological results and wood uses. Proceedings of the Second International Meeting of Anthracology. Ed. S. Thiébault, BAR International Series 1063.
- ASOUTI, E., HATHER, J. 2001. "Charcoal analysis and the reconstruction of ancient woodland vegetation in the Konya Basin, south-central Anatolia, Turkey: results from the Neolithic site of Çatalhöyük East". Veg. Hist. and Archaeo. 10 23-32 (2001).
- BADAL, E. 1992. "L'antracologie préhistorique: à propos de certains problèmes méthodologiques". Bull. Soc. Bot. Fra. 139 168-189 (1992).
- BADAL, E. 2001. "Llenya per al foc", pp. 105-106 en De neandertals a cromanyons. L'inici del poblament humà a les terres valencianes. Ed. V. Villaverde, Universitat de Valencia, Valencia.
- BADAL, E., CARRIÓN, Y., RIVERA, D., UZQUIANO, P. 2003. "La arqueobotánica en cuevas y abrigos: objetivos y métodos de muestreo", pp. 19-29 en La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. Eds. R. Buxó, R. Piqué Publicación del Primer Encuentro del Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica. Barcelona-Bellaterra, 2000. Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona.
- BAZILE-ROBERT, E. 1982. "Données expérimentales pour l'antracologie". Études Quaternaires Languedociennes 2 25-32 (1982).
- BURJACHS, F., ALLUÉ, E. 2002. "Paleoclimatic evolution during the last glacial cycle at the NE of the Iberian Peninsula" pp. 1-10 en *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region*, vol. 1. Eds. M.B. Ruiz Zapata, M. Dorado Valiño, A. Valdeolmillos, M.J. Gil García, I. Bardají Azcárate, I. de Bustamante, I. Martínez Mendizábal, Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá, Madrid.
- CHABAL, L. 1997. Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'antracologie, méthode et paléoécologie. Documents d'Archéologie Française, n°63, Eds. de la Maison des Sciences de l'Homme, CNRS, Paris.
- CHABAL, L., FABRE, L., TERRAL, J.F., THÉRY-PARISOT, I. 1999. "L'antracologie", pp. 43-104 en *La Botanique*. Ed. A. Ferdière, Eds. Errance, Paris.
- HEINZ, C. 1990. Dynamique des végétations holocènes en méditerranée nord-occidentale d'après l'antracologie de sites préhistoriques. *Methodologie and paleoécologie*. *Paleobiologie Continentale* XVI 1-212.
- HEIZER, R.F., 1963. "Domestic fuel in primitive society" *Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 93 186-194.
- LOREAU, P. 1994. "Du bois au charbon de bois: approche expérimentale de la combustion". DEA Environnement et Archéologie, Université Montpellier II, Montpellier.
- PIQUÉ, R. 1999. "Quantification in Archaeobotany: charcoal analysis and firewood management", pp. 189-200 en *New Techniques for Old Times*. Computer applications and quantitative methods in archaeology.



Proceedings of the 26th Conference, Barcelona, BAR  
International Series 757.

Institute for Forest, Snow and Landscape Research,  
Birmensdorf.

SCHWEINGRUBER, F.H. 1990. Mikroskopische  
Holzanatomie. Anatomie microscopique du bois.  
Microscopic wood anatomy, 3ª edición. Swiss Federal

THÉRY-PARISOT, I. 2001. Économie des combustibles au  
Paléolithique. Dossier de Documentation Archéolo-  
gique 20 CNRS, Paris.