

Al contemplar el cielo desde "el cielo" no sé que admirar más si la belleza de los ángeles o el cariño de esos otros ángeles que trabajan con mimo para devolvernos esta alegría.

Valencia 2 de Octubre de 2006



Francisco Tomás  
Rector de la Universitat de València.

Al contemplar el cielo desde «el cielo» no sé qué admirar más, si la belleza de los ángeles o el cariño de esos otros ángeles que trabajan con mimo para devolvernos esta alegría.  
Valencia, 2 de octubre de 2006  
Francisco Tomás, rector de la Universitat de València



# LA MADERA

## PATRIMONIO CULTURAL Y BIOLÓGICO

Ernestina Badal

**WOOD: BIOLOGICAL AND CULTURAL HERITAGE. ANTHRACOLOGY IS A BRANCH OF ARCHAEOBOTANY THAT CAME INTO BEING AT THE BEGINNING OF THE 20<sup>TH</sup> CENTURY FOR THE BOTANICAL IDENTIFICATION OF PREHISTORIC WOOD AND CARBON. THE GOALS ARE PALEOECOLOGICAL, ETHNOLOGICAL AND METHODOLOGICAL. THE PROTOCOL FOLLOWED FOR THIS ANALYSIS INVOLVES THE OBSERVATION OF PLANT TISSUES UNDER REFLECTED-LIGHT MICROSCOPY AND SCANNING ELECTRON MICROSCOPY TO IDENTIFY THE MATERIAL BOTANICALLY. IN RECENT YEARS, THIS KIND OF ANALYSIS IS BEING APPLIED TO HERITAGE OBJECTS AND THOSE IN RESTORATION; HERE WE WILL GIVE SOME EXAMPLES: AN HISTORIC OBJECT, THE RESTORATION OF A MONUMENT AND THE RECONSTRUCTION OF A PREHISTORIC LANDSCAPE.**

La arqueobotánica se encarga de la recogida, identificación botánica y conservación de los restos vegetales recuperados en contextos arqueológicos. Se distingue entre microrrestos (polen, esporas, fitolitos) y macrorrestos (madera, carbón, fibras, hojas, frutos, semillas). Esta gama de materiales –unos visibles y otros invisibles– potencia la diversidad de métodos de recogida y de análisis, así como de la información que proporcionan, que puede ser de orden paleoecológico, etnológico y metodológico. De todos los restos orgánicos vegetales, aquí nos vamos a centrar en la madera y lo que acarrea su identificación, estudio y conservación, por ser un patrimonio cultural y biológico.

El interés por el estudio y la conservación de los vegetales que forman parte del patrimonio arqueológico o cultural ha seguido caminos sinuosos a lo largo de la historia. En el siglo XIX, Dinamarca fue un centro pionero en el estudio de los restos bióticos: desde allí, los nuevos métodos de excavación y análisis se difundieron a otros países europeos. En la segunda mitad de aquel siglo y en la primera del XX los resultados fueron espectaculares, sobre todo en la investigación de los palafitos europeos, donde se hallaron arcos, cuerdas, cuencos, cestas, mangos, frutos, semillas, polen, etc. Estos materiales fueron estudiados por los botánicos de la época: O. Heer, H. Prejawa, A. P. de

Candole o L. von Post, entre otros. En la Península Ibérica, el interés por los restos vegetales se produce más tarde, en la segunda mitad del siglo XX. En 1961, J. Menéndez-Amor y F. Florschütz publican el análisis polínico de la Ereta del Pedregal (Navarrés) donde también se aplicó el método del carbono 14 para situar cronológicamente la dinámica vegetal detectada por el análisis polínico. Al mismo tiempo M. Hopf estudia las semillas de la Cova de l'Or (Alicante), cuya excavación, dirigida en la década de los setenta por B. Martí, marcó un hito, pues se recogieron y analizaron todo tipo de restos bióticos, entre ellos carbones.

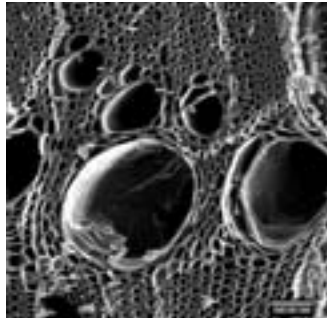
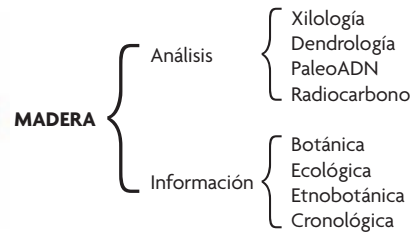
A principios del siglo XX, en Francia, el abate Henri Breuil se había interesado por los carbones prehistóricos, de modo que, en las excavaciones, se recogieron de los hogares y se hizo su identificación botánica con la idea de conocer la leña utilizada por los grupos paleolíticos en el fuego doméstico. Así surgió la antracología o estudio del carbón arqueológico. En esas mismas fechas, en España, la recogida de la madera carbonizada era esporádica y siempre en relación a restos singulares. En esa línea se inscriben los trabajos, entre 1918 y 1920, de I. Ballester en la necrópolis ibérica de Casa del Monte (Valde-ganga, Albacete), donde recogió únicamente restos de madera con formas peculiares y por su asociación a de-

**«LA IDENTIFICACIÓN  
BOTÁNICA DE LA MADERA  
ES ÚTIL EN LOS PROCESOS  
DE RESTAURACIÓN DE  
OBJETOS DE ARTE»**

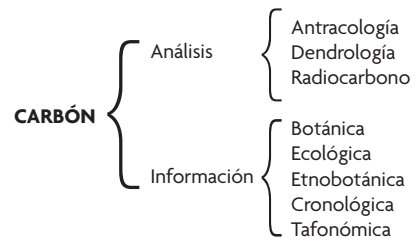




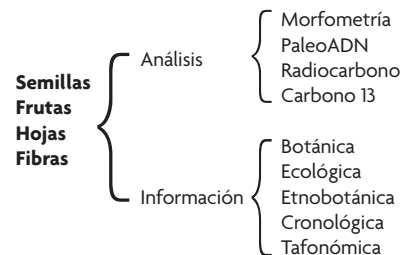
Cuchara de madera. Calcolítico de la Ereta del Pedregal (Navarrés, Canal de Navarrés)



Carbón de fresno del mango de un puñal. Edad del Bronce del Cabezo Redondo (Villena, Alicante).



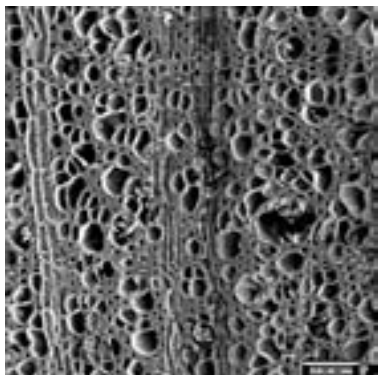
Restos de estróbilo de pino piñonero. Paleolítico superior de la cueva de Nerja (Nerja, Málaga).



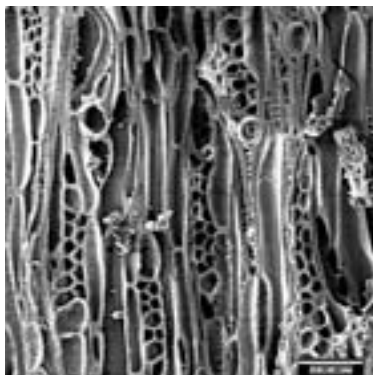
La arqueobotánica se encarga de recoger, identificar y conservar los restos recuperados en yacimientos arqueológicos. En este cuadro se indica los tipos de análisis que se pueden realizar y la información que se obtiene de ellos.

terminadas tumbas. Este material ha estado depositado en el Servicio de Investigación Prehistórica (SIP) de la Diputación de Valencia y recientemente hemos hecho la identificación botánica. A mediados del siglo XX, en concreto el año 1948, L. Pericot y F. Jordá excavaron en la Cova de les Malladetes (Barx, Valencia), donde hallaron un occipital humano y carbones a su lado. Recogieron un solo fragmento, que guardaron en un tubo de cristal junto a los restos óseos y se custodiaron también en el SIP. En el año 2001 se identificó dicho carbón como de *Pinus* tipo *nigra* (pino salgareño) y, posteriormente, se dató por radiocarbono, y dio una cronología de  $25120 \pm 240$  años antes del presente. En 1955, el célebre anatomista de la madera C.R. Metcalfe publicó una breve nota donde presentaba restos de carbones y

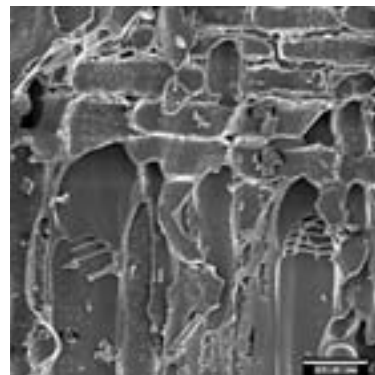
piñas de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en los niveles de Gorham's Cave (Gibraltar). Esta publicación, que pasó desapercibida para la mayoría de los investigadores, demostraba que el pino piñonero era autóctono de la Península Ibérica desde, al menos, el Musteriense. Finalmente, en el último tercio del siglo XX se produce un auge del análisis de maderas carbonizadas. En 1982, los suizos W. Schoch y F. H. Schweingruber publicaron los resultados del análisis de los carbones del yacimiento de la Edad del Bronce de Fuente Álamo (Almería). Un año después, J.L. Vernet, E. Badal y E. Grau publican los primeros resultados de la vegetación neolítica del este peninsular. Justamente, bajo la dirección de J. L. Vernet se formó la llamada Escuela de antracología de Montpellier, en cuya universidad se formaron buena parte de



Plano transversal, x350



Plano longitudinal tangencial, x400



Plano longitudinal radial, x800

© E. Badal

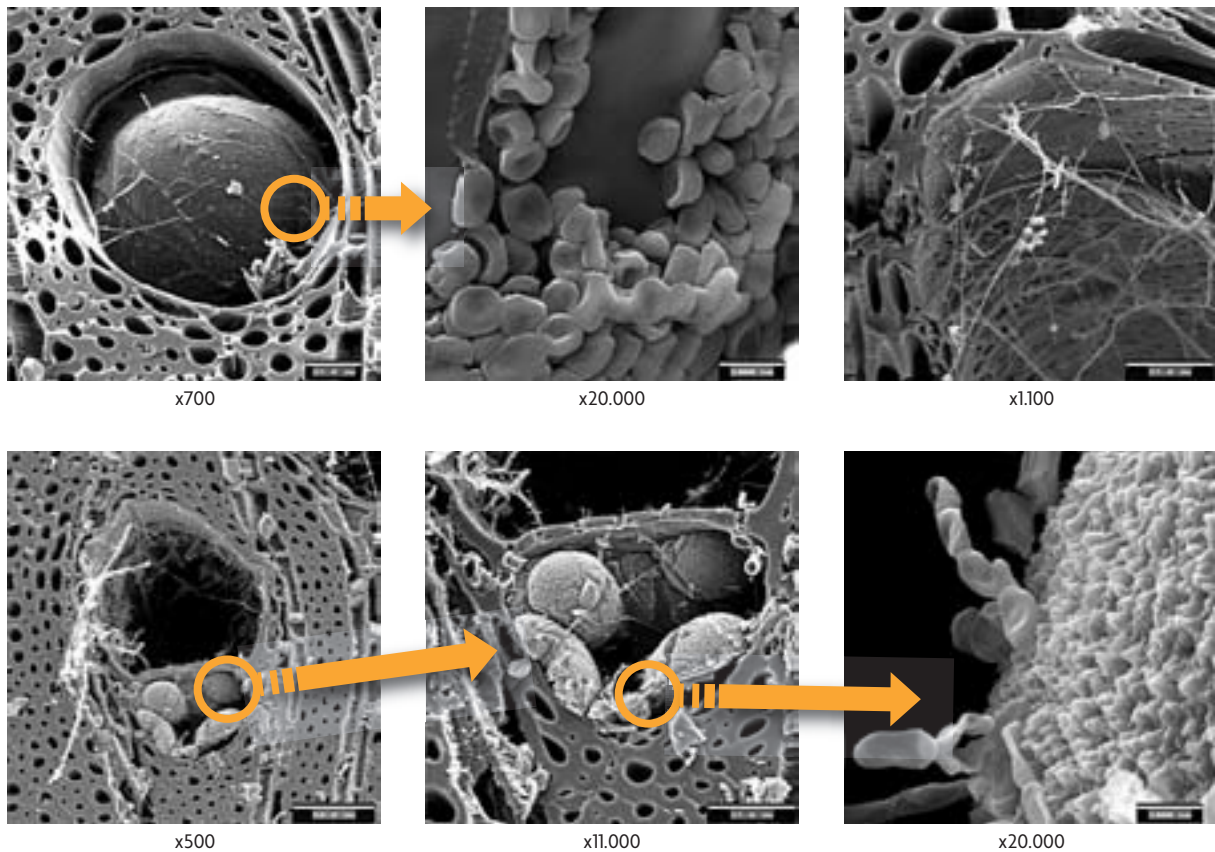
Placa de madera carbonizada de boj (*Buxus sempervirens* L.) que se encontró en una tumba de la necrópolis ibérica de Casa del Monte (Valdeganga, Albacete) de los siglos V y IV a.C. La identificación botánica se basa en la observación de elementos anatómicos en los tres planos de la madera: transversal, longitudinal tangencial y longitudinal radial.

los actuales investigadores peninsulares. En los últimos años este tipo de análisis está siendo aplicado a materiales que no son arqueológicos: la antracología, que surge como una rama de la botánica aplicada a la Prehistoria, se utiliza en estos momentos en muchos campos.

#### ■ MATERIALES Y MÉTODOS

La madera es un recurso que ha sido utilizado desde los orígenes de la Humanidad hasta la actualidad. La conservación de la madera es difícil, debido a los procesos de degradación biológica que actúan sobre ella. Se preserva en aquellos medios donde hongos, bacterias e

insectos tienen una actividad limitada. Esto suele ser en ambientes muy húmedos o muy secos. La identificación botánica de la madera es útil en los procesos de restauración de objetos de arte realizados con esa materia, en elementos estructurales de edificios, colecciones etnográficas, etc. La madera de los vegetales superiores se puede identificar hasta determinar la especie de la que proviene. Para ello se preparan láminas delgadas de los tres planos anatómicos: plano transversal, plano longitudinal tangencial y plano longitudinal radial, y se observan en el microscopio de luz transmitida. Un segundo método consiste en carbonizar, bajo control, un fragmento de la muestra seleccionada: des-



© E. Badal

Microorganismos colonizando vasos del xilema en una viga de nogal utilizada en la construcción del palacio Güell (Barcelona) en el siglo XIX. El deterioro del patrimonio se debe en gran parte a la actividad de varios microorganismos.

pués se parte de forma mecánica, se observa en el microscopio de luz reflejada y, si es necesario, en el electrónico de barrido.

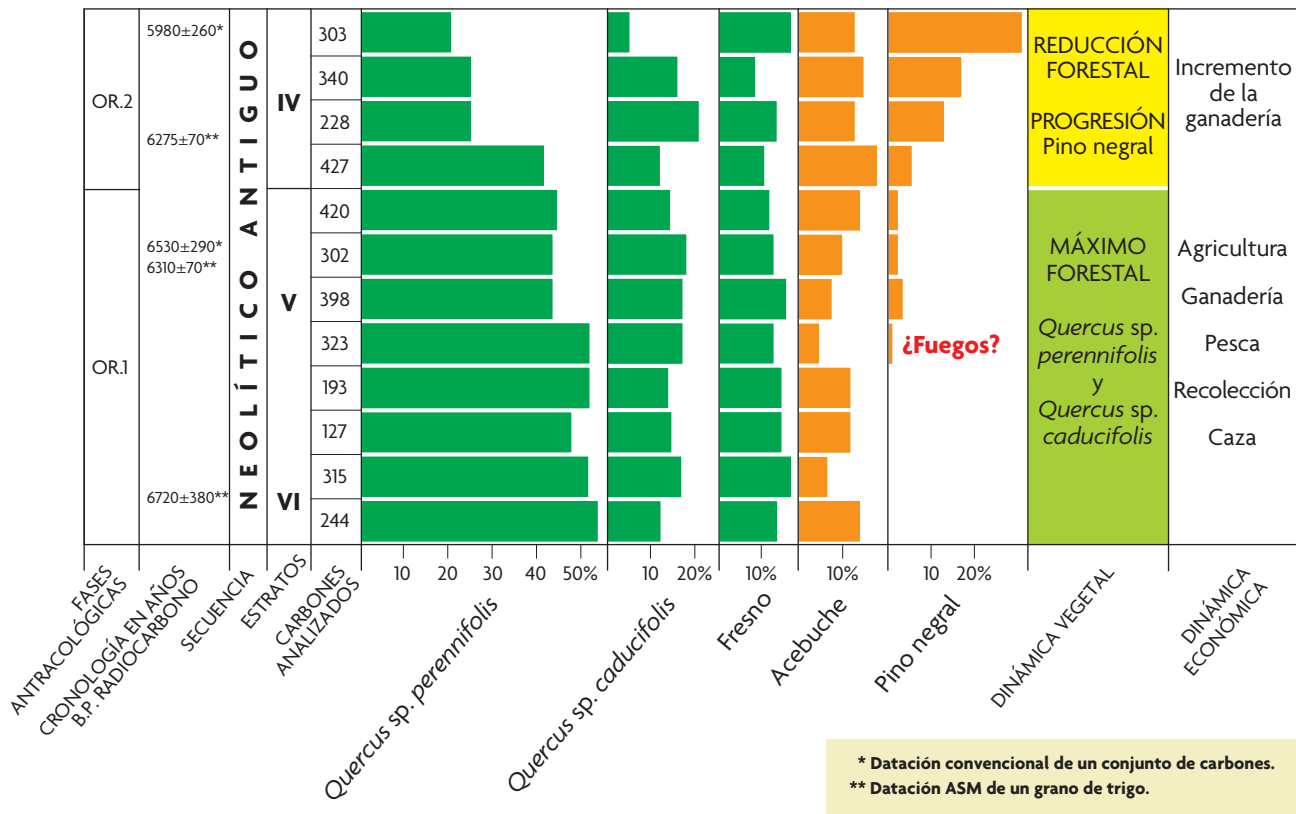
Casi todos los yacimientos posteriores al momento en que los grupos humanos utilizaron el fuego conservan carbones. El fuego destruye pero, paradójicamente, también conserva. La combustión es un proceso que consta de cuatro fases que se suceden a medida que aumenta la temperatura: la deshidratación, la torrefacción, la pirólisis o carbonización y la combustión, al final de la cual se producen las cenizas. Si el proceso se detiene en la torrefacción, la madera conserva la morfología externa y, además, la identificación botánica será posible gracias al estudio de su anatomía. Si el proceso se detiene en la pirólisis entonces se forman los carbones: en ese estado se preservará la estructura anatómica de la madera y, a partir de ella, se

puede realizar la identificación botánica de cada carbón. Este proceso de identificación se realiza en el microscopio de luz reflejada y no requiere ningún tipo de tratamiento químico de la muestra. Esto permite una datación posterior por radiocarbono de las plantas leñosas.

El Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universitat de València tiene un laboratorio para identificar carbones y maderas que consta del instrumental técnico necesario y de una amplia xiloteca y antracoteca de plantas leñosas procedentes de varios países europeos y americanos. Los materiales que lo requieren se observan en el microscopio electrónico de barrido Hitachi S-1400 de Emisión de Campo del Servicio Central de So-

porte a la Investigación Experimental de la Universitat de València. Las fotografías se toman en este microscopio mediante el programa de captación de imagen EMIP 3.0 (Electron Microscope Image Processing).

**«LAS MADERAS SE  
DEGRADAN CON FACILIDAD,  
LO QUE SUPONE UNA  
PÉRDIDA CONSTANTE  
DE PATRIMONIO CULTURAL  
Y BIOLÓGICO»**



Evolución de los principales elementos forestales durante el Neolítico en la Cova de l'Or (Beniarrés, Valencia), a partir de la identificación botánica de los carbones de madera.

■ IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA DE LA MADERA: APLICACIONES

La madera es un recurso renovable que ha tenido y tiene infinidad de aplicaciones en la vida cotidiana de las sociedades humanas. Desde el uso ancestral como leña para el fuego doméstico hasta la carpintería y ebanistería más fina y delicada, la madera es una materia prima muy valorada y apreciada por los humanos. La expresión «tocar madera» sigue siendo signo de buen presagio. La identificación botánica de la madera nos lleva a conocer desde los paisajes del pasado hasta los usos más recientes.

Objetos de madera: Casa del Monte

El yacimiento de Casa del Monte (Valdeganga, Albacete) es una necrópolis de la cultura Ibérica que funcionó hacia finales del siglo v y principios del iv antes de nues-

tra era. Se excavó a principios del siglo xx y se recogieron algunos objetos de madera carbonizada asociados a las tumbas. En el mundo Ibérico se practicaba la cremación del difunto y sus ajuares, así que parte del material carbonizado serían probablemente enseres de los difuntos: de hecho conservan formas manufacturadas. En

concreto, una placa de madera carbonizada, rectangular y con unas dimensiones conservadas de 42 mm de largo por 26 mm de ancho y un grosor de 2 mm está trabajada en sentido longitudinal tangencial de la madera. Una de sus caras está finamente grabada o troquelada con dos pares de líneas paralelas y, entre ellas, se observan trazos discontinuos. Una flor de 12 pétalos forma una roseta, cuyo centro, así como un círculo

alrededor de ella, están rebajados, como si hubieran albergado una incrustación de otro material.

El análisis anatómico ha mostrado que está realizada con madera de boj, en perfecto estado y que no había

«LA MADERA ES UN RECURSO RENOVABLE QUE HA TENIDO Y TIENE INFINIDAD DE APLICACIONES EN LA VIDA COTIDIANA DE LAS SOCIEDADES HUMANAS»



sido atacada por microorganismos. La forma y el grabado se conservan porque el proceso de combustión se detuvo en la fase de torrefacción antes de alcanzar la fase de ignición. Gracias a esto hoy podemos gozar de la fineza de una placa de madera de boj trabajada hace unos 2.400 años.

#### *Restauración: Palau Güell*

Antonio Gaudí construyó el Palau Güell entre 1886 y 1891 para Eusebio Güell en el Passeig Nou de la Rambla en Barcelona. Recientemente se han realizado obras de restauración del edificio. Para llevar a cabo dichas tareas, los responsables de la obra querían conocer la madera empleada en tres vigas del edificio y, por ello, remitieron muestras de ellas al departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universitat de València. Una viga era de madera de pino americano (*Pinus* sp. sección *taeda*). Otra viga, por la disposición y medidas de los tejidos conductor, de reserva y de sostén, se dedujo que era de madera de nogal (*Juglans* sp.). La tercera era de madera de angiosperma en muy mal estado y no se pudo saber ni el género ni la especie. El análisis anatómico de las vigas del Palau Güell confirma la importación de madera americana (*Pinus* sp. sección *taeda*) y la utilización de maderas de gran calidad, como el nogal, para los elementos estructurales del palacio. Con la observación microscópica también se buscaba conocer el estado de conservación de las vigas. La de pino estaba perfectamente, mientras que la de nogal y la de angiosperma estaban siendo atacadas por distintas especies de microorganismos xilófagos, tanto bacterias como hongos. Esta información sirve de apoyo para elegir los tratamientos de conservación y restauración oportunos.

Como vemos, las maderas se degradan con facilidad, lo que supone una pérdida constante de patrimonio cultural y biológico. Estos procesos de degradación biológica se producen cuando la humedad, el oxígeno y otros factores son favorables para el crecimiento de microorganismos, hongos, bacterias, insectos, etc. En los análisis anatómicos es frecuente observar organismos ajenos a la estructura anatómica de la madera, aunque son pocos los trabajos dedicados a ellos. La madera y los carbones arqueológicos pueden ser atacados en los

### «EL ANÁLISIS ANATÓMICO DE LAS VIGAS DEL PALAU GÜELL CONFIRMA LA IMPORTACIÓN DE MADERA AMERICANA Y LA UTILIZACIÓN DE MADERAS DE GRAN CALIDAD»

edificios, en los museos, en los yacimientos arqueológicos, etc. y, por ello hay que mantener la vigilancia y tomar las medidas oportunas para recuperar y conservar el patrimonio orgánico.

#### ■ RECONSTRUIR PAISAJES

En los últimos treinta años se ha ido perfilando la historia de la ve-

getación y el clima de nuestro entorno durante los últimos 25.000 años gracias a la identificación botánica de los carbones recogidos en distintos yacimientos arqueológicos valencianos. Para obtener una información paleoecológica es esencial realizar un muestreo sistemático de los carbones en el yacimiento, seguido de un protocolo de análisis en el laboratorio. Para ilustrar la aplicación de estos estudios al conocimiento del patrimonio nos centraremos en el estudio de los carbones recogidos en la Cova de l'Or (Beniarrés). Este yacimiento tiene una importante secuencia del Neolítico antiguo, cuyos materiales han servido de referentes para el estudio del neolítico peninsular. Además, éste es el primer yacimiento donde se recogieron sistemáticamente los carbones. Se han analizado 3.620 fragmentos de carbón recogidos en tres niveles arqueológicos, y que son el fruto de las actividades de los moradores de la cueva, dado que reflejan actos cotidianos como la recogida de leña, la alimentación de los fuegos domésticos y, finalmente, el abandono de los carbones por la cueva. Una vez identificados los carbones se cuantificaron los resultados y se dibujó un diagrama antracológico a partir del cual se realizaron las inferencias botánicas, climáticas, ecológicas, etc.

Cuando llegaron los primeros neolíticos a la Cova de l'Or se había alcanzado el clímax en temperatura y en

humedad del Holoceno: una temperatura media anual entre 13-17 °C y una lluvia del orden de los 600 mm al año debían ser las condiciones de la zona. Estas potenciaron el esplendor del bosque mediterráneo con una densa e impenetrable vegetación. El bosque de carrascas, coscojas y madroños se entremezclaría con los árboles caducifolios como quejigos, arces, fresnos, cerezos y espinos, dando distintas tonalidades de verdes hacia el fondo de los valles. En la solana del Benicadell se

### «PARA OBTENER UNA INFORMACIÓN PALEOECOLÓGICA ES ESENCIAL REALIZAR UN MUESTREO SISTEMÁTICO DE LOS CARBONES DEL YACIMIENTO, SEGUIDO DE UN PROTOCOLO DE ANÁLISIS EN EL LABORATORIO»



© Dibujo de F. Giner, 2007. Centro de Interpretación de la Cova de l'Or de Beniarriés y MARQ

Reconstrucción del paisaje a partir de los restos bióticos encontrados en la Cova de l'Or de principios del Neolítico, hacia el 5500 aC.

protegerían las especies más cálidas, como acebuche y lentisco, o las más frugales, como el pino carrasco, los romeros, y las jaras.

En ese contexto ecológico desembarcan los neolíticos. Sus actividades productivas, agrícolas y ganaderas producen cambios en el paisaje natural, generando los paisajes rurales. Después de 500 años de permanencia de los neolíticos en la Cova de l'Or se empiezan a notar cambios en la vegetación, y las formaciones secundarias de pino carrasco y matorrales comienzan una competencia feroz con el bosque de quercíneas, cada vez más diezmado.

## ■ CONCLUSIÓN

La madera y el carbón son una fuente de información interesante y diversa. La identificación botánica de la ma-

dera y el carbón arqueológico permite reconstruir paisajes y climas del pasado. Su composición en carbono facilita obtener dataciones por el método del Carbono 14 y así seguir el devenir cronológico de las especies, conocer las áreas de distribución, su

origen autóctono o foráneo. Por otro lado, la identificación botánica de la madera puede ayudar en los procesos de restauración y conservación de objetos de arte, etnográficos o inmuebles singulares. Como dice un refrán popular «no hay peor cuña que la de la misma madera», por tanto conocer la madera con la que se ha realizado un objeto ayudará a poner la cuña. ☺

**«DURANTE EL NEOLÍTICO,  
EL BOSQUE SE REDUJO  
PARA IMPLANTAR PASTOS,  
CAMPOS DE CULTIVO  
Y SE ABRIERON VÍAS DE  
COMUNICACIÓN A TRAVÉS  
DE SENDAS Y VEREDAS»**

**Ernestina Badal.** Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universitat de València.