

LA RECOGIDA DE MUESTRAS EN ARQUEOBOTÁNICA: OBJETIVOS Y PROPUESTAS METODOLÓGICAS

**La gestión de los recursos vegetales
y la transformación del paleopaisaje
en el Mediterráneo occidental**

Encuentro del grupo de trabajo de arqueobotánica de la Península Ibérica

Barcelona/Bellaterra, 29, 30 noviembre y 1 diciembre 2000

CRÉDITS

LISTA DE PARTICIPANTES

Ethel Allué

eallue@prehistoria.urv.es

Natàlia Alonso Martínez

Nalonso@historia.udl.es

Anna Arnanz

cehar2f@ceh.csic.es

Victoria Asensi

Victoria.Asensi@snv.jussieu.fr

Ernestina Badal

Ernestina.badal@uv.es

Quico Burjachs

burjachs@prehistoria.urv.es

Ramon Buxó

rbuxo@gencat.net

David Canal Berdala

dcanal@eim.ub.es

Xavier Cañellas Puiggròs

x_canye@teleline.es

Yolanda Carrión

Yolanda.Carrion@uv.es

Ignacio Clemente

ignacio@bicat.csic.es

Carme Cubero

ccubero@campus.uoc.es

David M. Duque

despino@unex.es

Isabel Figueiral

figueir@crit.univ-montp2.fr

Elena Grau

Elena.Grau@uv.es

Sònia de Haro Pozo

jharoj@nexo.es

Maria José Iriarte

fgpirchm@vc.ehu.es

Jordi Juan Tresserras

juan@trivium.gh.ub.es

Daniel López

daniellopez@wanadoo.es

José Antonio López Sáez

alopez@ceh.csic.es

Carmen Machado

machado@crit.univ-montp2.fr

Carmen Mensua

cmensua@mixmail.com

Concepción Obón

cobon@umh.es

Montserrat Palomera

montserrat.palomera@campus.uab.es

Leonor Peña Chocarro

leonorpc@libero.it

Guillem Pérez

Guillem.Perez@uv.es

Raquel Piqué Huerta

Raquel.Pique@uab.es

Ma. Luisa Precioso

lprecioso@usa.net

Pablo Ramil

botanica@lugo.usc.es

Santi Riera

s.riera@terra.es

Diego Rivera

drivera@fcu.um.es

Oliva Rodríguez

moliva@ujaen.es

Núria Rovira Buendia

nuria.rovira@upf.edu

Paloma Uzquiano

cehu118@ceh.csic.es

Lydia Zapata

lz208@cam.ac.uk

PRESENTACIÓN

Entre los días 29 y 30 de noviembre y 1 de diciembre de 2000 se realizó en Barcelona y Bellaterra el encuentro del “Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica”. Este encuentro fue organizado conjuntamente por el Museo de Arqueología de Catalunya y el Departament d’Antropologia Social i Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona, y recibió el soporte económico de estas dos instituciones y de una ayuda de la convocatoria de ARCS 2000 de la Generalitat de Catalunya.

El encuentro estuvo orientado a investigadores@adoras que trabajan con restos vegetales procedentes de contextos arqueológicos y que se centran en el estudio de los restos generados a partir de la actividad humana con la finalidad de resolver cuestiones relacionadas con las sociedades humanas y su entorno de actuación. El número de asistentes fue de 36 personas, con 15 ponencias y 10 comunicaciones.

Los objetivos del encuentro se centraron en la revisión del estado actual de la investigación arqueobotánica en la Península Ibérica. Se abordaron diferentes problemáticas, como los procedimientos utilizados en el análisis y la interpretación de los restos vegetales en los yacimientos arqueológicos, o el debate sobre los aspectos teóricos y los objetivos generales de la arqueobotánica.

El programa de sesiones estuvo precedido de una reunión informativa y un debate general en el cuál se analizaron los principales problemas relacionados con la práctica de la disciplina, a partir de los que se establecieron diversos puntos de discusión principal: propuesta de asociación de un grupo de trabajo de arqueobotánica, estado actual de la ley de patrimonio en relación a este tipo de estudios, propuestas de articulación y prioridades del grupo de trabajo en relación a los proyectos de investigación arqueológica.

Las sesiones se desarrollaron en tres temas:

a - Teoría y método en arqueobotánica. Se exponen las comunicaciones de Tina Badal (*Antracología y paleopaisaje*), Ramon Buxó (*Corrientes actuales en paleocarpología: desarrollo actual en la Península Ibérica y propuestas*) y Raquel Piqué (*Aportaciones de la antracología al estudio de la gestión de los recursos forestales*), en las cuáles se comentan el marco teórico y los aspectos fundamentales de la metodología en la investigación antracológica y carpológica de la Península Ibérica, y se discute sobre la conveniencia de unificar criterios y aunar esfuerzos en el desarrollo actual de la disciplina, y se incide en las dificultades de promover actuaciones sistemáticas en los proyectos de

investigación arqueológica (programadas y de urgencia).

b - Estudios regionales en arqueobotánica. En la segunda sesión se exponen los trabajos antracológicos y carpológicos desarrollados hasta la fecha en la Península Ibérica. Al final de las sesiones se realizaron sendas mesas redondas con debates importantes en relación a los resultados regionales.

En el ámbito de la antracología, se presentan las ponencias de Carmen Machado (*Estado actual de la investigación antracológica en zonas insulares*), Paloma Uzquiano (*Estado actual de la investigación antracológica en la Meseta y el Norte de la Península Ibérica*), Oliva Rodríguez (*Estado actual de la investigación antracológica en el Sur de la Península Ibérica*), Elena Grau (*Estado actual de la investigación antracológica en el Este Peninsular*), y las comunicaciones de Yolanda Carrión (*Datos preliminares de la secuencia antracológica de Galicia*), Sonia de Haro (*Primeros datos del análisis antracológico del yacimiento arqueológico Cormulló dels Moros, Albocasser, Castelló*), Ethel Allué (*Análisis antracológicos en el Àrea de Prehistòria de la Universitat Rovira i Virgili*), David Duque (*Los estudios antracológicos en Extremadura: resultados preliminares y líneas de actuación*), Raquel Piqué y Marc Noguera (*Paisaje y estrategias de gestión de los recursos leñosos durante la prehistoria de las Islas Baleares*), y Victoria Asensi (*Análisis micrográfico de objetos de madera egipcios: técnicas e interpretación*).

En carpolología, se presentan las ponencias de Natàlia Alonso (*Estado actual de la investigación carpológica en Catalunya*), Lydia Zapata (*Estado actual de la investigación arqueobotánica en el norte peninsular*), y las comunicaciones de Núria Rovira (*Estado actual de los estudios carpológicos en el Sureste de la Península Ibérica*), Guillem Pérez (*Estado actual de las investigaciones paleocarpológicas en el País Valenciano y en Extremadura*), y Ana Arnanz (*Sta. Maria de Melque: problemas y estrategias en la obtención de datos arqueobotánicos en un yacimiento alto-medieval de la submeseta Sur*).

c - Complementariedad entre disciplinas arqueobotánicas. Durante la tercera sesión, se plantea la importancia de la complementariedad entre las diferentes disciplinas arqueobotánicas, y corresponder con ellas los resultados que deriven de esta actuación conjunta. Se presentan las ponencias de Pablo Ramil (*Palinología y carpolología del área noroeste de la Península Ibérica: estado actual y complementariedad*), Francesc Burjachs (*Complementariedad de la palinología con la antracología y la carpolología*), Santi Riera (*Posibilidades de la aplicación de la Palinología en los estudios sobre la Anti-*

güedad Clásica y la época Medieval), Diego Rivera (*La Etnobotánica en la Península Ibérica: estudios recientes y nuevas propuestas de estudio*), Leonor Peña-Chocarro (*Estado actual y aplicación de los estudios etnográficos en la arqueobotánica de la Península Ibérica*), Jordi Juan (*Estado actual de los estudios de fitolitos y almidones en la Península Ibérica y Baleares*); y la comunicación conjunta de José Antonio López Sáez, Mariano Martín Sánchez y Pilar López García (*Entre la paleoecología y el desconocimiento: los microfósiles no polínicos y sus implicaciones arqueobotánicas*).

Finalmente, y como clausura a las reuniones de trabajo, se desarrolló la mesa redonda titulada *Arqueología y Arqueobotánica: la integración de los resultados arqueobotánicos en los proyectos de investigación arqueológica*, en la que participaron Assumpció Vila, Roberto Risch, Ignacio Clemente, Natàlia Alonso, Oliva Rodríguez y Enriqueta Pons. El debate se centró en tres ejes principales:

- La aplicación de la disciplina arqueobotánica en el marco global de los proyectos arqueológicos sigue siendo una práctica poco habitual. En el caso de que se apliquen, se trata de trabajos que no responden a un conocimiento claro de su equiparación con los otros estudios arqueológicos tradicionales.
- Los estudios arqueobotánicos se han aceptado por razones de determinada coyuntura personal

desfavorable, pero ha faltado una base científica tradicional en el desarrollo de la disciplina junto con su falta de profesionalización.

– El aumento de estudios, del cuál ha sido objeto esta disciplina en los últimos años, ha permitido salir de los límites que imponían la determinación técnica y la interpretación de los resultados, y conseguir nuevas observaciones relativas a la paleoeconomía y la paleoecología de las comunidades humanas. Esto ha supuesto la incorporación de la disciplina en un marco más amplio de la comunidad científica que ha cuestionado no solamente los modelos socioeconómicos, sino también la periodización y el emplazamiento en el tiempo de otras propuestas o modelos.

Como conclusiones de la reunión, nació la idea de crear unas comisiones de trabajo para desarrollar unos protocolos de metodología arqueobotánica, con la finalidad de que pudieran ser aplicados en diferentes contextos o tipos de yacimiento, y facilitar, de esta manera, una actuación unitaria en los proyectos de investigación arqueológica: cuevas, arqueología urbana, yacimientos al aire libre en medio seco, yacimientos al aire libre en medio húmedo, palinología de yacimientos arqueológicos ... Éstos son, por tanto, los resultados finales de estos trabajos, que concluyen con su publicación exhaustiva en esta serie del Museo de Arqueología de Catalunya.

Ramon Buxó
Raquel Piqué

PRESENTACIÓ

Entre els dies 29 i 30 de novembre i 1 de desembre de 2000 es dugué a terme entre Barcelona i Bellaterra la trobada del "Grupo de Trabajo de Arqueobotánica de la Península Ibérica". Aquesta trobada fou organitzada conjuntament pel Museu d'Arqueologia de Catalunya i pel Departament d'Antropologia Social i Prehistòria de la Universitat Autònoma de Barcelona, i comptà amb el suport econòmic d'aquestes dues institucions i d'un ajut de la convocatòria d'ARCS 2000 de la Generalitat de Catalunya.

La trobada estava orientada a investigadors@dones que treballen amb restes vegetals procedents de contextos arqueològics i que se centren en l'estudi de les restes generades a partir de l'activitat humana amb la finalitat de resoldre qüestions relacionades amb les societats humanes i el seu entorn d'actuació. El nombre de participants fou de 36 persones, amb 15 ponències i 10 comunicacions.

Els objectius de la trobada se centraren en la revisió de l'estat actual de la recerca arqueobotànica a la península Ibèrica. S'hi tractaren diferents problemàtiques, com els procediments utilitzats en l'anàlisi i la interpretació de les restes vegetals en els jaciments arqueològics, o el debat sobre els aspectes teòrics i els objectius generals de l'arqueobotànica.

El programa de sessions va estar precedit d'una reunió informativa i un debat general en el qual s'analitzaren els principals problemes relacionats amb la pràctica de la disciplina, a partir dels quals s'establiren diversos punts de discussió principal: proposta d'associació d'un grup de treball d'arqueobotànica, estat actual de la Llei de patrimoni amb relació a aquest tipus d'estudis, propostes d'articulació i prioritats del grup de treball amb relació als projectes de recerca arqueològica.

Les sessions es desenvoluparen en tres temes:

a - Teoria i mètode en arqueobotànica. S'exposen les comunicacions de Tina Badal (*Antracologia i paleopaisatge*), Ramon Buxó (*Corrents actuals en paleocarpologia: desenvolupament actual a la península Ibèrica i propostes*) i Raquel Piqué (*Aportacions de l'antracologia a l'estudi de la gestió dels recursos forestals*), en les quals es comenten el marc teòric i els aspectes fonamentals de la metodologia en la recerca antracològica i carpològica de la península Ibèrica, i es discuteix sobre la conveniència d'unificar criteris i reunir esforços en el desenvolupament actual de la disciplina, i s'incideix en les dificultats de promoure actuacions sistemàtiques en els projectes d'investigació arqueològica (*programades i d'urgència*).

b - Estudis regionals en arqueobotànica. A la segona sessió s'exposen els treballs antracològics i carpològics desenvolupats fins ara a la península Ibèrica. Al final de les sessions es feren les taules rodones respectives amb debats importants amb relació als resultats regionals.

En l'àmbit de l'antracologia, es presenten les ponències de Carmen Machado (*Estat actual de la investigació antracològica en zones insulars*), Paloma Uzquiano (*Estat actual de la investigació antracològica a la Meseta i al nord de la península Ibèrica*), Oliva Rodríguez (*Estat actual de la investigació antracològica al sud de la península Ibèrica*), Elena Grau (*Estat actual de la investigació antracològica a l'est peninsular*), i les comunicacions de Yolanda Carrión (*Dades preliminars de la seqüència antracològica de Galícia*), Sònia de Haro (*Primeres dades de l'anàlisi antracològica del jaciment arqueològic de Cormulló dels Moros, Albocàsser, Castelló*), Ethel Allué (*Anàlisis antracològiques a l'Àrea de Prehistòria de la Universitat Rovira i Virgili*), David Duque (*Els estudis antracològics a Extremadura: resultats preliminars i línies d'actuació*), Raquel Piqué i Marc Noguera (*Paisatge i estratègies de gestió dels recursos llenyosos durant la prehistòria de les Illes Balears*), i Victòria Asensi (*Anàlisi microgràfica d'objectes de fusta egípcies: tècniques i interpretació*).

En carpolologia es presenten les ponències de Natàlia Alonso (*Estat actual de la recerca carpològica a Catalunya*), Lydia Zapata (*Estat actual de la recerca arqueobotànica al nord peninsular*), i les comunicacions de Núria Rovira (*Estat actual dels estudis carpològics al sud-est de la península Ibèrica*), Guillem Pérez (*Estat actual de les investigacions paleocarpològiques al País Valencià i a Extremadura*), i Ana Aranz (*Sta. Maria de Melque: problemes i estratègies en l'obtenció de dades arqueobotàniques en un jaciment alt medieval de la submeseta sud*).

c - Complementarietat entre disciplines arqueobotàniques. Durant la tercera sessió, es planteja com n'és d'important la complementarietat entre les diferents disciplines arqueobotàniques, i fer-hi correspondre els resultats que deriven d'aquesta actuació conjunta. Es presenten les ponències de Pablo Ramil (*Palinologia i carpolologia de l'àrea nord-oest de la península Ibèrica: estat actual i complementarietat*), Francesc Burjachs (*Complementarietat de la palinologia amb l'antracologia i la carpolologia*), Santi Riera (*Possibilitats de l'aplicació de la palinologia als estudis sobre l'antiquitat clàssica i sobre l'època medieval*), Diego Rivera (*L'etnobotànica a la península Ibèrica: estudis recents i noves propostes d'estudi*), Leonor Peña-Chocarro (*Estat actual i aplicació dels estudis etnogràfics a l'arqueobotànica de la península Ibèrica*), Jordi Juan

(Estat actual dels estudis de fitòlits i midons a la península Ibèrica i a les Balears); i la comunicació conjunta de José Antonio López Sáez, Mariano Martín Sánchez i Pilar López García (Entre la paleoecologia i el desconeixement: els microfòssils no pol·línics i les seves implicacions arqueobotàniques).

Finalment, i com a cloenda de les reunions de treball, es desenvolupà la taula rodona intitolada *Arqueologia i arqueobotànica: la integració dels resultats arqueobotànics en els projectes d'investigació arqueològica*, en la qual participaren Assumpció Vila, Roberto Risch, Ignacio Clemente, Natàlia Alonso, Oliva Rodríguez i Enriqueta Pons. El debat se centrà en tres eixos principals:

- L'aplicació de la disciplina arqueobotànica al marc global dels projectes arqueològics continua sent una pràctica poc habitual. Cas que s'hi apliquin, es tracta de treballs que no responen a un coneixement clar de la seva equiparació amb els altres estudis arqueològics tradicionals.
- Els estudis arqueobotànics s'han acceptat per raons de determinada conjuntura personal desfavorable, però ha mancat una base científica tradicional en el desenvolupament de la disciplina juntament amb la seva falta de professionalització.

– L'augment d'estudis, del qual ha estat objecte aquesta disciplina en els darrers anys, ha permès sortir dels límits que imposaven la determinació tècnica i la interpretació dels resultats i, també ha permès aconseguir noves observacions relatives a la paleoeconomia i a la paleoecologia de les comunitats humanes. Això ha suposat la incorporació de la disciplina en un marc més ampli de la comunitat científica que ha qüestionat no solament els models socioeconòmics, sinó també la periodització i l'emplaçament en el temps d'altres propostes o models.

Com a conclusions de la reunió, nasqué la idea de crear unes comissions de treball per elaborar uns protocols de metodologia arqueobotànica, amb la finalitat que poguessin ser aplicats en diferents contextos o tipus de jaciment arqueològic, i facilitar, d'aquesta manera, una actuació unitària en els projectes de recerca arqueològica: coves, arqueologia urbana, jaciments a l'aire lliure en un medi sec, jaciments a l'aire lliure en un medi humit, palinologia de jaciments arqueològics... Aquests són, per tant, els resultats finals d'aquests treballs, que finalitzen amb la publicació exhaustiva que se'n fa en aquesta sèrie del Museu d'Arqueologia de Catalunya.

METODOLOGÍA ARQUEOPALINOLÓGICA

F. BURJACHS¹
 J.A. LÓPEZ-SÁEZ²
 M.J. IRIARTE³

INTRODUCCIÓN

La historia de los análisis palinológicos en yacimientos arqueológicos resulta tan antigua como el propio análisis polínico (Bryant/Holloway 1983; Davis 1990), lo que da idea de la importancia de este tipo de estudios dentro del conjunto de las investigaciones paleoambientales. A pesar de mostrar una trayectoria tan larga, la Palinología Arqueológica o Arqueopalínología ha sido desprestigiada desde muy diversos foros, a partir de críticas basadas principalmente en cuatro aspectos (Carrión *et alii* 2000): la existencia supuestamente generalizada de discontinuidades sedimentarias; la destrucción y conservación diferencial de los palinomorfos; el sesgo tafonómico originado por las migraciones dentro del sistema, debidas a las actividades humanas o animales; y, los problemas suscitados por el supuesto movimiento vertical de palinomorfos. No es cuestión ahora de pasar a analizar tales aspectos, ni de ensayar una defensa a ultranza de la Palinología Arqueológica. Pero es bien cierto, como con total claridad exponen Carrión *et alii* (2000), que la causa directa en que se fundamentan tales críticas es una inusitada carencia experimental y que cuando esta base empírica ha sido correctamente expuesta, la Palinología Arqueológica –sea cual fuere su contexto– se ha mostrado como una ciencia eficaz y necesaria en la comprensión de las pautas paleoambientales. El arqueólogo ha de comprender la necesidad de establecer esta base experimental –que en ciertos casos será exclusiva e intrínseca a ciertos ambientes sedimentarios– y estar dispuesto a acometer investigaciones de tal calibre.

Los análisis palinológicos llevados a cabo en yacimientos arqueológicos constan de dos procesos diferenciados y claves, pues en el buen manejo y elección de ambos reside gran parte del éxito de este tipo de análisis. Resulta especialmente crítico sobre todo en lo concerniente a la conservación del polen y su riqueza en el sedimento, así como a la correlación posible a establecer entre eventos paleo-

obiológicos o paleoclimáticos globales o regionales respecto al contexto cultural arqueológico considerado. Estos dos procesos son, respectivamente, la toma de muestras y el tratamiento químico de éstas en el laboratorio.

TOMA DE MUESTRAS

Un proceso tan simple como el muestreo de sedimento para su posterior análisis palinológico, que en principio no debería suponer mayor problema al arqueólogo, resulta en cambio un momento sumamente delicado dentro del cuadro de actuaciones de la Arqueopalínología. Estas circunstancias deben ser tenidas en cuenta por parte de toda aquella persona responsable de una excavación arqueológica, sobre todo de aquella que quede encargada del tal muestreo. No sólo se trata de una cuestión de fiabilidad y prudencia en el muestreo, evitando toda contaminación directa del sedimento, sino de obtener una perfecta coordinación entre la resolución perseguida y los resultados esperados.

Aunque es cierto que en la última década la colaboración entre arqueólogos y palinólogos ha alcanzado un grado notable que ha permitido una evolución exponencial, tanto de las hipótesis establecidas, como de los resultados obtenidos, es igualmente cierto que aún permanecen ciertas reticencias en la utilización de la Paleopalínología. Damos por acreditada la visión de la Arqueopalínología como un útil completamente necesario, y a todas luces imprescindible dentro de cualquier investigación arqueológica que se precie. En este sentido, la colaboración se ha encauzado en una dinámica en la cual es el propio palinólogo el responsable de la toma de muestras, de una manera coordinada y bajo los consejos del arqueólogo. Este tipo de actuación ha conseguido evitar que el palinólogo caiga en errores fatales, generalmente inadvertidos, como analizar un contingente apreciable de muestras palinológicas teóricamente secuenciadas en un perfil estratigráfico, cuando en realidad todas ellas proceden del relleno de un silo o fosa. Este caso no es raro, ni es el primero ni será posiblemente el último, pero la colaboración entre arqueólogos y palinólogos, paralela y coordinadamente, acabará con tales errores. Otra circunstancia frecuente, en ausencia del arqueólogo responsable de la excavación, radica en una inadecu-

1. Investigador de la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA). Àrea de Prehistòria. Universitat Rovira i Virgili. Plaça Imperial Tàrraco, 1. 43005 Tarragona. E-mail: burjachs@prehistoria.urv.es

2. Laboratorio de Arqueobotánica. Departamento de Prehistoria. Instituto de Historia (CSIC). c/ Duque de Medinaceli, 6. 28014 Madrid. E-mail: alopez@ceh.csic.es

3. Departamento de Prehistoria de la S.C. Aranzadi y de la Universidad del País Vasco. Facultad de Filología y Geografía-Historia. C/ Tomás y Valiente s/n. 01006 Vitoria. E-mail: fgpirchm@vc.ehu.esHYPERLINK

cuada adjudicación de las muestras a los diferentes horizontes estratigráficos y unidades cronoculturales del depósito, lo que puede también originar graves desfases de interpretación. En dirección contraria, entre muchos arqueólogos campan tópicos sobre los criterios de muestreo palinológico (como que las zonas de hogar, con abundancia de restos antracológicos, son las más idóneas para la conservación del polen) que sólo pueden ser despejados mediante la aportación de campo del especialista en Arqueopalinología.

A partir de las anteriores observaciones, hemos creído necesario apuntar, aunque sea brevemente, algunos de los pasos básicos a seguir durante la toma de muestras. Estos serían los siguientes:

– Debe ser el propio palinólogo encomendado del análisis polínico la persona encargada de la toma de muestras. Si esto no fuera posible, por cuestiones de diversa índole, el arqueólogo ha de seguir estrictamente el protocolo marcado por el palinólogo y, en todo caso, enviarle a éste un detallado croquis de las zonas muestreadas, de los perfiles donde fueron recogidas las muestras, de su ubicación cronoestratigráfica, de la naturaleza del sedimento, etc., así como de toda información de contextualización que el arqueólogo posea. El arqueólogo ha de comprender que la presencia *in situ* del palinólogo le permitirá seleccionar adecuadamente el grado de resolución e intervalo del muestreo, prever aquellas muestras que con mayor probabilidad serán fértiles y, en último término, reconocer el ambiente actual y tomar datos varios sobre la vegetación y grado de antropización del entorno que permitan una correcta interpretación de resultados.

– La elección de las zonas o perfiles a muestrear ha de recaer, básicamente, en el interés que mantenga el arqueólogo, aunque éste siempre ha de seguir los consejos del palinólogo respecto a aquellos sedimentos que potencialmente sean fértiles en su contenido polínico y aquellos que garanticen la inexistencia de polución polínica. Resulta frecuente que un palinólogo que ha recogido personalmente las muestras sepa de antemano si el sedimento a estudiar resultará positivo o negativo en su contenido polínico. Este es un hecho habitual en el caso de los sedimentos de carácter arcilloso (Vuorela 1995). En este sentido, resulta deplorable la gran cantidad de muestras estudiadas y el tiempo perdido por parte de muchos palinólogos, sin contar con el correspondiente aporte económico del arqueólogo, por un hecho tan sencillo –y tan fácilmente evitable– como un muestreo erróneo en su concepción.

– Siempre que sea posible resulta recomendable tomar muestras de diversos perfiles dentro de una misma cata arqueológica o área de excavación (Vi-

cent *et alii* 2000), de tal manera que puedan obviarse todos los problemas tafonómicos inherentes a cada yacimiento. Por supuesto, reconocemos que no siempre es posible tal hecho por cuestiones meramente económicas, pero el arqueólogo ha de ser consciente de las limitaciones de las interpretaciones paleoecológicas que realice el palinólogo ante tales deficiencias. En todo caso, la mejor manera de calibrar tales fenómenos resulta del estudio paralelo, junto al análisis de yacimientos arqueológicos, de contextos naturales situados en la misma zona de estudio, tales como sedimentos lacustres o higróturbosos. Por regla general estos sedimentos naturales suelen corresponder a secuencias sedimentarias ininterrumpidas –aunque no siempre es el caso–, y no suelen estar sometidas al efecto directo de la antropización o al menos, siempre indirectamente.

– El grado de resolución del muestreo debería depender de las características propias del yacimiento a estudiar. Lamentablemente, con frecuencia depende únicamente de las necesidades previstas por el arqueólogo y, en muchos casos, de inevitables condicionantes económicos. No obstante, algunas pautas pueden señalarse en este sentido. Lo ideal sería tomar muestras cubriendo el mayor intervalo temporal y cultural posible, y llegado el caso, lo mejor sería conservar en el muestreo un mismo perfil estratigráfico si éste existiera. Una vez decidido el perfil o perfiles a muestrear bajo la supervisión directa del palinólogo, lo correcto sería tomar el mayor número de muestras posibles. Así, por ejemplo, si un determinado nivel arqueológico tiene 20 cm de espesor, lo ideal es tomar al menos 3-4 muestras para dicho nivel, de tal manera que si la sedimentación resulta ser continua, podamos albergar una idea sobre la evolución temporal de la vegetación y si se tratara de un nivel revuelto pero bien diferenciado, con esas 3-4 muestras resolveríamos problemas de índole tafonómica. En contra de la extendida –entre los arqueólogos– noción de que el intervalo de muestreo está básicamente modulado de acuerdo a la antigüedad del sedimento (mucho más detallado para cronologías pleistocénicas, groseramente definido para períodos históricos), son otras características del depósito las que determinan esta variable.

– Una vez decidida la zona de muestreo, es del todo preceptiva la limpieza previa del perfil para eliminar la contaminación por polen actual de los sedimentos más externos que hayan quedado al aire libre. Esta limpieza siempre se desarrollará de techo a base, eliminando al menos los 5 cm superficiales del perfil, allí donde resulte más factible y donde menos se vea dañado la cata arqueológica. En el caso –frecuente en los yacimientos arqueológicos al

aire libre— de que el terreno haya sido labrado, se desechará la zona superior de la columna (30 a 50 cm, en función al apero agrícola tradicionalmente empleado), considerando su probable remoción y contaminación esporopolínica.

– Tras la limpieza, es necesaria la utilización de una escala de medida, siendo las cintas métricas flexibles las más útiles en este caso. Mediante un clavo que la sujete en el techo, y alargando la cinta métrica, tendremos en todo momento referencia de la profundidad o cota a la que ha sido tomada cada muestra. Resulta conveniente además, tomar la profundidad y posición exacta de cada muestra con relación al sistema de referencia topográfico establecido en la excavación.

– El muestreo debe realizarse siempre desde la base hacia el techo, es decir de abajo hacia arriba. De este modo se evitará que la caída de sedimento durante el muestreo contamine una zona en la que es necesario recoger nuevas muestras. Para facilitar el muestreo puede ser recomendable la elección previa de los puntos a muestrear y su marcado mediante un clavo, de tal manera que tengamos referencia constante de lo ya muestreado y lo que aún falta por muestrear.

– Las muestras pueden tomarse con una espátula e incluso con una cuchara sopera o un cuchillo si el sedimento no es demasiado duro. Una manera fácil de recoger el sedimento sin apenas pérdidas es utilizar un pequeño recogedor a tales fines. Por regla general deben tomarse muestras de unos 50 gramos de sedimento, aunque dado el avance notable de las metodologías de análisis, y basándonos igualmente en el criterio del palinólogo, a veces con 10–20 gramos será más que suficiente, lo que facilitará la tarea en laboratorio. En todo caso siempre es recomendable tomar más cantidad de la estrictamente necesaria por si fueran necesarios nuevos análisis.

– El sedimento depositado en el recogedor debe ser introducido en una bolsa de plástico y etiquetado con una etiqueta indeleble. Lo ideal es utilizar al menos dos bolsas de plástico (o un bote de muestras de laboratorio estéril y de cierre hermético) en la conservación de cada muestra para evitar roturas inadvertidas. Todas las indicaciones posibles que identifiquen cada muestra son bienvenidas: nombre del yacimiento, localidad, fecha del muestreo, periodo cultural, cota, nivel arqueológico, datación ^{14}C si la hubiera, etc. (Girard 1975; López García 1991).

– Es imprescindible, tras tomar cada muestra, la limpieza perfecta de los útiles utilizados con sucesivos enjuagados en agua destilada: espátula / cuchara y recogedor.

– Una vez finalizado el muestreo, todas las muestras de un mismo perfil deben ser guardadas conjuntamente.

El tipo de muestreo antes indicado es el que podríamos denominar ‘vertical’, en ‘perfil estratigráfico’ o ‘continuo’, y por regla general da lugar a estudios paleopalínológicos en los que es posible hablar en términos de dinámica temporal de la vegetación. Además de todo lo apuntado, conviene saber también que un ‘muestreo continuo’ se puede conseguir extrayendo las muestras día a día y sobre una misma vertical, a medida que avanza la excavación: se excava en extensión, por tallas, Unidades Estratigráficas, etc. Por otra parte, también es posible conseguir este muestreo continuo con sondas manuales o mecánicas, instaladas en la superficie del yacimiento. Estos muestreos conllevan ventajas, ya que vamos a trabajar con material fresco, rehuyendo las problemáticas de los perfiles estratigráficos que llevan mucho tiempo a la intemperie. Y en el caso de la sonda, podemos adelantar resultados, pues analizaremos sedimentos del depósito, allí donde aún no ha llegado la excavación arqueológica. Entre las dificultades que comportan, señalar el hecho de que pueden resultar difíciles de contextualizar las muestras de aquella zona aún no registrada desde el punto de vista arqueológico (los cambios estratigráficos laterales son frecuentes en los depósitos humanos). Sea como fuere, estos muestreos siempre deben pasar por una planificación de analíticas, previa a la excavación, hecho en absoluto frecuente. La realización de muestreos verticales permite obtener una visión de la evolución del entorno vegetal.

Junto al muestreo “vertical”, también, son posibles otros tipos de muestreos, que podríamos denominar ‘puntuales’. Estos, son aquellos que se realizarían de manera esporádica sobre determinados restos encontrados en los yacimientos arqueológicos: sedimentos contenidos en una vasija; adobes; concreciones adheridas en vasos cerámicos; resinas que sellan recipientes; contenido sedimentario de fragmentos óseos; coprolitos; etc. (Iriarte, 2000). En ocasiones, este tipo de muestreo se realiza sobre una superficie determinada, como por ejemplo un suelo de ocupación, denominándose en este caso muestreos “horizontales”. Estos muestreos ofrecen una visión extremadamente precisa de un determinado momento de la paleovegetación, al informar de aspectos concretos: así, el contenido vegetal de una vasija, siempre y cuando éste contuviera pólenes, puede aportar una idea de la lluvia polínica contemporánea al momento de su sedimentación. Este tipo de información, aunque pueda parecer excesivamente limitada, asociada a un completo estudio palinológico de la secuencia arqueológica del sitio al que pertenece puede aportar una interesante visión sobre la relación del ser humano con su medio ambiente, así como proporcionar elementos de cronología relativa.

Como hemos indicado, la metodología y el tipo de muestreo están relacionados con las características del yacimiento arqueológico a analizar. Evidentemente, el planteamiento de recogida de muestras no puede ser el mismo para un depósito en cueva, que para un monumento megalítico o un poblado. Por ello, es fundamental la relación del palinólogo con el responsable de la excavación, porque el empleo de un muestreo incorrecto condiciona la información que se obtenga del mismo. La aplicación de la metodología de muestreo no difiere en gran medida en depósitos en cueva, abrigo o al aire libre, si bien ha de adaptarse a las características propias de cada continente sedimentario.

Mención aparte merecen los monumentos megalíticos, un tipo particular de depósito arqueológico al aire libre con diversas variantes regionales (cairns, túmulos, dólmenes simples o de corredor, cromlechs, hipogeos, galerías cubiertas, etc.). Básicamente, la especificidad de los megalitos guarda relación con la técnica empleada en su construcción y con las pautas de sedimentación que se dan en cada monumento. La investigación arqueopalinológica en estas edificaciones debe tener en cuenta, desde el mismo momento del muestreo, el proceso constructivo del megalito, las pautas de su relleno sedimentario y la cronología precisa de aquello que se está investigando.

12

TRATAMIENTO QUÍMICO

El método básico que usualmente se utiliza en la preparación de muestras palinológicas procedentes de contextos arqueológicos es el propuesto por Girard/Renault-Miskovsky (1969) mediante concentración del polen en licor denso de Thoulet, adoptando además algunas modificaciones a tal método expuestas por Goeury/de Beaulieu (1979), y reflejado en forma de protocolo en Burjachs (1990).

Los pasos básicos serían los siguientes:

– Se parte de unos 10 gramos de sedimento, evitando en lo posible que entren gravas o arenas gruesas. Se puede pesar directamente en un vaso de precipitados de 250 ml, previamente tarado. Anotar los gramos de los que partimos en la 'hoja de tratamiento', en donde se irán anotando también el resto de datos / observaciones a lo largo del tratamiento físico-químico (tipo de reacción al HCl, al NaOH, etc.). Para otro tipo de material, léase travertinos, estalagmitas, tobas, sedimentos turbosos, resinas, etc., el peso inicial puede variar en función del material a tratar. A modo de ejemplo, para las concreciones calcáreas el peso será superior, mientras que para los materiales muy orgánicos (turba, etc.), podrá ser inferior.

– Dependiendo del método elegido para calcular la concentración polínica el camino a seguir puede ser diferente. Si se sigue el método volumétrico (Loublier, 1978) basta con conocer de partida el peso o volumen de sedimento utilizado y medir en consecuencia el residuo final obtenido y su dilución; mientras que si se elige el método de adición de marcadores exóticos, es necesario echar una pastilla de *Lycopodium* al sedimento tras ser pesado (Stockmarr 1971).

– ELIMINACIÓN DE CARBONATOS. Añadir poco a poco fracciones de *ácido clorhídrico* (HCl al 50%) al vaso que contiene el sedimento, hasta que deje de reaccionar, lo que supone que ya no hay efervescencia. Una vez parada la reacción, se puede pasar al siguiente paso (la calidad del HCl no tiene porque ser muy buena, partiendo de la típica concentración comercial al 35%, que diluiremos al 50%). Si en el sedimento no hubiera carbonatos (como ocurre en ciertos sedimentos turbosos, suelos silíceos, etc.) se podría obviar este paso, aunque siempre es recomendable practicarlo.

– Traspasar la mezcla del vaso de precipitados a los tubos de ensayo (100 ml), aprovechando para tamizar con malla de 250 µm. Los restos atrapados por el tamiz, una vez secos, se pesaran para descontarse de los gramos iniciales y, en los casos que contengan, pueden utilizarse para el estudio de macrorestos vegetales. Centrifugar-decantar y lavar con agua destilada hasta que el sobrenadante sea transparente (2 lavados suelen ser suficientes) o el pH neutro. Los lavados consisten en la adición de agua destilada, homogeneización, centrifugación y decantación del sobrenadante. Todas las centrifugaciones son de 3-5 minutos, a unas 2500-3000 vueltas por minuto.

– ELIMINACIÓN DE ÁCIDOS HÚMICOS. Añadir *hidróxido sódico* o *potásico* (NaOH ó KOH al 10%, previamente diluido) al tubo de ensayo, homogeneizar y llevar al baño maría durante 10 minutos; remover de vez en cuando con varilla de vidrio. Centrifugar-decantar y lavar (2 lavados suelen ser suficientes) hasta que el sobrenadante sea de color transparente: si el sobrenadante persiste de color lechoso, añadir 1 ó 2 gotas de HCl al 50% al agua del último lavado. Después de la última decantación mantener el tubo boca-abajo, para que se escurra la mayor cantidad de agua posible. Es importante que no queden restos de sosa o potasa en el sedimento, por lo que utilizar un medidor de pH para controlar la neutralidad es básico.

– CONCENTRACIÓN - FLOTACIÓN EN LICOR DENSO. Pasados unos minutos, y siempre manteniendo el tubo boca-abajo, se secan las paredes interiores del tubo de ensayo, intentando siempre eliminar la mayor fracción de agua posible, ya que el siguiente paso es el del licor denso y hay que evitar excesos

acuosos. Añadir unos 50 ml de *Licor de Thoulet* (o cualquier otro licor de densidad 2,1 cm³/g), homogeneizar, centrifugar (máximo a 2500 rpm). [Un litro de licor de Thoulet de densidad 2,1 se consigue diluyendo 698 g de yoduro potásico y 770 g de yoduro de cadmio en 612 cm³ de agua destilada, u otras capacidades teniendo en cuenta las proporciones. La pérdida de densidad después de su continuo empleo se puede reajustar por evaporación del exceso de agua, que vamos incorporando, calentándolo, y añadiendo algunas gotas de ácido yodhídrico al 10% para evitar la precipitación de yoduros].

– Nakagawa *et alii* (1998) han propuesto una modificación al método de flotación en licor denso antes expuesto, se trata del llamado 'dense-media separation'. Este método se basa fundamentalmente en la utilización de licor de Thoulet con una densidad comprendida entre 1,88 y 1,86, homogeneización y centrifugación a 1800 rpm durante 20 minutos. Este método tiene la gran ventaja de concentrar formidablemente los pólenes y esporas, eliminando, además, todo resto adicional de materia orgánica ('palinodebris'), lo que impide que los pólenes estén inmersos en una matriz oscura y deriva en una identificación mucho más sencilla. Además, ha resultado eficaz tanto en sedimentos orgánicos como minarogénicos. La única desventaja que posee este método es que este tipo de separación densimétrica elimina cualquier otro microrresto susceptible de aportar información paleoambiental, caso de las 'palinodebris', microfósiles no polínicos, restos celulares, estomas, etc., e incluso las esporas exóticas de *Lycopodium* añadidas al principio del tratamiento para el cálculo de la concentración polínica, si se siguió este método.

– Filtrar el sobrenadante con filtros de fibra de vidrio (p.e. *Wathman*, CFG), en unidad de aspiración (p.e. 'Millipore'), y recuperando el licor de Thoulet, que queda en el kitasatos para su posterior utilización en otros tratamientos. Introducir el filtro en tubos de plástico rígido, teflón, etc. de fondo cónico y con capacidad de unos 50 ml. Desechar el residuo mineral del fondo de los tubos de ensayo de vidrio de 100 ml, que hemos estado utilizando hasta ahora. Es importante que en este paso utilicemos siempre tubos de plástico que no de vidrio, pues a partir de ahora someteremos al sedimento a un tratamiento con ácido fluorhídrico y éste es capaz de destruir el vidrio, lo que conllevaría la pérdida del sedimento.

– ELIMINACIÓN DEL FILTRO DE FIBRA DE VIDRIO Y DE SILICATOS. Destruir el filtro de fibra de vidrio, así como posibles restos de sílice, mediante la adición de HF al 70% (1/4 de tubo de fluorhídrico es suficiente, dependiendo del tipo de minerales a eliminar). Dejar reaccionar la mezcla un mínimo de una hora, removiendo de vez en cuando con espátula de plástico,

nunca con varilla de vidrio. Este proceso puede acelerarse si el tratamiento es con HF en caliente, pero es delicadamente peligroso. En todo caso, el tratamiento puede prologarse o postergarse toda vez que hayamos eliminado al completo la sílice presente.

– Pasada al menos una hora, añadir al tubo HCl al 50%. Centrifugar–decantar y lavar, hasta que el sobrenadante sea de color transparente (unos 3 lavados suelen ser suficientes, aunque esto siempre depende de la composición de los sedimentos) o pH neutro. Después del último lavado dejar los tubos boca-abajo, para que se escurran, ya que a continuación hay que pasar a la medida volumétrica del residuo (en el caso de se use este método). Este paso con HCl permite eliminar los fluosilicatos que hayan podido formarse en el tratamiento con ácido fluorhídrico.

– El residuo está listo para montar. Si para el cálculo de la concentración polínica se sigue el método volumétrico, es preciso añadir al residuo resultante una cantidad conocida (p.e. 50 ml) de glicerina fenolada (mejor parcialmente diluida). Con micropipeta de medida variable absorber la mezcla y anotar la cantidad recogida: el volumen real del residuo se obtendrá de la resta de la cantidad añadida. Si se siguiera el método de marcadores exóticos, también debe añadirse glicerina fenolada aunque no son precisas tales mediciones.

Consejos finales

- Cuando sea necesario parar el tratamiento, cualesquiera que sean las causas, siempre es mejor dejar los tubos con el residuo que estamos tratando con algún ácido (HCl, HF), nunca con la base (NaOH, KOH) y, en su defecto, en agua destilada.
- El ácido fluorhídrico al 70%, difícil de conseguir, es comercializado, al menos, por la casa comercial *Fluka*. Dado que se trata de un compuesto químico utilizado en la síntesis de algunas drogas, su utilización requiere de numerosos y engorrosos permisos, por lo que casi es más aconsejable utilizar HF al 40 ó 45%, que resulta igualmente válido, aunque en el tratamiento de determinados sedimentos nos pueden quedar algunos restos minerales.
- Un buen y económico agitador mecánico, para la continua homogeneización, se puede conseguir con la adquisición de un mini-taladro de circuitos impresos de electrónica, al que sustituiremos la broca por una varilla de metal (los radios de rueda de bicicleta son excelentes), a la que daremos en su extremo agitador una morfología circular, en forma de aro.
- Cuando el residuo obtenido sea escaso, es mejor montarlo directamente desde el tubo de ensayo a la preparación microscópica, que guardarlo en un recipiente. De hecho, se trata así de evitar el máximo de pasos posibles a lo largo de todo el tratamiento, a fin

de evitar la pérdida de material espora-polinico.

- Es mejor no colorear el residuo a montar con fucsina, tal y como se hacía hasta hace bien poco de manera generalizada, ya que a menudo el tinte dificulta la observación de los caracteres morfológicos de los palinomorfos.

IDENTIFICACIÓN DE LOS PALINOMORFOS Y REPRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Tras el proceso físico-químico de las muestras, el palinólogo realiza la identificación del contenido esporopolínico de las mismas. Para ello es imprescindible el empleo de un microscopio óptico así como disponer de una buena palinoteca y atlas polínicos como material de referencia.

Existen diversas opiniones sobre las características del umbral mínimo del recuento esporopolínico. En general, los valores mínimos del recuento, considerados válidos estadísticamente, oscilan entre 150 y 300 palinomorfos (dependiendo de la riqueza esporopolínica del sedimento, variará el número de líneas / láminas leídas), aunque algunos autores establecen este criterio en un recuento mínimo de 100 pólenes y esporas y la presencia de al menos 20 taxones polínicos.

Una vez realizada esta fase, y establecidos los correspondientes valores estadísticos, los resultados se representan de forma gráfica. Dentro de este tipo de representación, dos son los modelos empleados para ello, en función de las características del muestreo o del grado de esterilidad esporopolínica que ha presentado el estudio. Cuando el análisis corresponde a una única columna polínica recogida verticalmente, el diagrama polínico de “curvas” es el sistema de representación escogido. En él, se representa la evolución a lo largo de la secuencia estratigráfica de todos los taxones vegetales identificados. Estos taxones suelen agruparse en taxones arbóreos, taxones no arbóreos, palinomorfos indeterminados e indeterminables y esporas. Además, se representa la relación porcentual acumulada de cada uno de estos tres grupos: AP (suma de todos los componentes arbóreos); NAP (suma de todos los componentes no arbóreos); IND (suma de los indeterminables e indeterminados) y ESP (suma de todas las esporas). Sin embargo, entre los diagramas publicados son muchas las modalidades que encontraremos: actualmente existe la tendencia a separar en diagramas distintos los taxones polínicos de los taxones que corresponden al mundo de las esporas (pteridófitos, algas, hongos, zoórestos, otros palinomorfos indeterminados, microcarbones, etc.), es decir, todo aquello que pertenece al mundo de la Palinofacies (Diot 1991; López-Sáez *et alii* 1998). Y, por otro lado, ya no se suelen representar

los “indeterminados” y “indeterminables”, los cuales no afectan a los resultados palinológicos por su variabilidad estadística independiente.

Cuando el muestreo no corresponde a una columna vertical, o el número de muestras estériles impide obtener una visión con cierta continuidad, los resultados se exponen a través del “histograma” (esta será la modalidad de representación característica de las muestras puntuales o muestreos horizontales).

LA INTERPRETACIÓN

La última fase del proceso radica en la interpretación de los resultados, momento en el que es necesario tener en cuenta diversos aspectos para poder establecer la evolución vegetal, así como la interrelación que el ser humano tuvo con su entorno. En primer lugar, deben considerarse los criterios de representación esporopolínicos como la diferente capacidad de emisión de polen que tienen los distintos taxones y el mecanismo polinizador que emplean de modo preferente (por ejemplo, no significa lo mismo un 10% de polen de pino que un 10% de polen de olmo –taxón con una subrepresentación polínica probada–), entre otros. Asimismo, no se puede establecer la evolución del paisaje vegetal basándonos únicamente en la dinámica de determinado taxón, siendo preciso relacionar dicha dinámica con el conjunto del diagrama. Estos resultados se complementan con su comparación con otros estudios polínicos ya existentes, independientemente que sean o no de origen antrópico (turberas, marismas, lagos, etc.).

Otro aspecto importante, es el relacionado con las características propias del yacimiento arqueológico estudiado (tipo de depósito, secuencia estratigráfica, etc.). No es lo mismo interpretar la secuencia pleistocénica de una cueva, que un asentamiento neolítico al aire libre. En el primer caso, un retroceso del estrato arbóreo generalmente corresponde a un deterioro climático, mientras que en el segundo, el origen del descenso arbóreo puede corresponder tanto a causas climáticas, como a una interferencia del ser humano en el paisaje, consecuencia de la adopción de la economía de producción (una vez más el conjunto del espectro polínico nos indicará el origen del proceso). Un conocimiento incompleto sobre el procedimiento de construcción de un monumento megalítico, o la alteración del sedimento por el hecho de haberse abierto una fosa de enterramiento, puede conducir a una interpretación incorrecta de los resultados.

Igualmente, resulta fundamental tener un amplio conocimiento del medio geográfico en el que se ubica el yacimiento. La evolución geológica del entorno, la

del medio kárstico, la sedimentológica, la distribución vegetal actual, la explotación humana del territorio en épocas históricas precedentes y/o actuales, la climatología dominante, etc. son factores indispensables para comprender mejor el desarrollo paleobotánico. Una vez más, en este momento será imprescindible el trabajo conjunto con el director de la excavación, así como con el resto de especialistas que han desarrollado otro tipo de analíticas (sedimentólogos, micromorfológicos, paleontólogos, carpólogos, antracólogos, etc.).

RESUMEN

En esta breve exposición (cada uno de estos apartados requeriría de por sí uno o más textos) hemos

pretendido que se comprenda la importancia que tienen en la realización de un correcto análisis palinológico (y esto es extensible a todo tipo de depósitos, de origen antrópico o no) cada una de las diferentes fases del mismo. El objetivo primordial es poder conocer en qué tipo de medio ambiente vegetal se desarrolló la ocupación del yacimiento y la relación que sus ocupantes tuvieron con el mismo, pero para ello debe ser el especialista (en este caso el palinólogo) quien establezca las pautas a seguir. Es fundamental un conocimiento directo del yacimiento y del entorno geográfico en el que se localiza el mismo por parte del palinólogo, así como una estrecha colaboración con el director de la excavación y el resto de los especialistas que forman parte del equipo para obtener el máximo rendimiento del trabajo realizado.

BIBLIOGRAFIA

- BRYANT, JR. V.M., HOLLOWAY, R. 1983**, The role of palynology in archaeology, *Advances in Archaeological Method and Theory* 6, 191–224.
- BURJACHS, F. 1990**, *Palinologia dels dòlmens de l'Alt Empordà i dels dipòsits quaternaris de la cova de L'Arbreda (Serinyà, Pla de l'Estany) i del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa). Evolució del paisatge vegetal i del clima des de fa més de 140.000 anys al N.E. de la Península Ibèrica*, Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra. Microfichas.
- DAVIS, O.K. 1990**, Caves as sources of biotic remains in arid western North America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 76, 331–348.
- DIOT, M.F. 1991**, Le Palynofaciès en Archéologie: Intérêt de son étude, *Revue d'Archéométrie* 15, 54-62.
- CARRIÓN, J.S., MUNUERA, M., NAVARRO, C., SÁEZ, F. 2000**, Paleoclimas e historia de la vegetación cuaternaria en España a través del análisis polínico. Viejas falacias y nuevos paradigmas, *Complutum* 11, 115-142.
- GIRARD, M. 1975**, Prélèvements d'échantillons en grotte et station de terrain sec en vue de l'analyse pollinique, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 72 (5), 158-160.
- GIRARD, M., RENAULT-MISKOVSKY, J. 1969**, Nouvelles techniques de préparation en palynologie appliquées à trois sédiments du Quaternaire final de l'Abri Cornille (Istres, Bouches du Rhône), *Bulletin de l'Association française pour l'Étude du Quaternaire* 1969 (4), 275-284.
- GOEURY, C., DE BEAULIEU, J.L. 1979**, À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores* 21, 239-251.
- IRIARTE, M.J. 2000**, El entorno vegetal del yacimiento paleolítico de Labeko Koba (Arrasate, País Vasco): análisis polínico, in Arrizabalaga, Altuna (eds.), *Labeko Koba (País Vasco). Hienas y Humanos en los albores del Paleolítico superior*, 89-106.
- LÓPEZ GARCÍA, P. (ed). 1991**, *El cambio cultural del IV al II milenios a.C. en la comarca noroeste de Murcia, Volumen I*, C.S.I.C., Madrid.
- LÓPEZ SÁEZ, J.A., VAN GEEL, B., FARBOS-TEXIER, S., DIOT, M.F. 1998**, Remarques paléoécologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France, *Revue de Paléobiologie*, 17 (2), 445-459.

LOUBLIER, Y. 1978, *Application de l'analyse pollinique à l'étude du paleoenvironnement du remplissage Würmien de la grotte de L'Arbreda (Espagne)*, Académie de Montpellier, U.S.T.L., Montpellier, Thèse 3^{ème} cycle, inédita.

NAKAGAWA, T., BRUGIAPAGLIA, E., DIGERFELDT, G., REILLE, M., DE BEAULIEU, J.L., YASUDA, Y. 1998, Dense-media separation as a more efficient pollen extraction method for use with organic sediment/deposit samples: comparison with the conventional method. *Boreas* 27, 15–24.

STOCKMARR, J. 1971, Tablets with spores used in absolute pollen analysis, *Pollen et Spores*, 13 (4), 615–621.

VICENT GARCÍA, J.M., RODRÍGUEZ ALCALDE, A.L., LÓPEZ-SÁEZ, J.A., DE ZAVALA MORENCOS, I., LÓPEZ GARCÍA, P., MARTÍNEZ NAVARRETE, M.I. 2000, ¿Catástrofes ecológicas en la estepa?. Arqueología del Paisaje en el complejo minero–metalúrgico de Kargaly (Región de Orenburg, Rusia), *Trabajos de Prehistoria* 57 (1), 29–74.

VUORELA, I. 1995, Two examples on pollen analysis as a key to the history of a wreck, *Pact* 47, 91–94.

LA ARQUEOBOTÁNICA EN CUEVAS Y ABRIGOS: OBJETIVOS Y MÉTODOS DE MUESTREO

E. BADAL¹
Y. CARRIÓN²
D. RIVERA³
P. UZQUIANO⁴

LA ARQUEOBOTÁNICA

Aunque ya Prospero Alpino menciona en el siglo XVII restos vegetales encontrados junto a las momias egipcias, el interés por los restos vegetales no surgirá con fuerza hasta el siglo XIX, siendo la consolidación e integración de este tipo de análisis en la Arqueología relativamente reciente. El término Etnobotánica apareció por primera vez en Estados Unidos, en un artículo anónimo publicado por el *Philadelphia Evening Telegram* del 5 de diciembre de 1895. Este artículo daba brevemente cuenta de una conferencia pronunciada por el profesor J.W. Harshberger, botánico y agro-botánico, inventor de dicho término, en la Asociación Arqueológica de la Universidad local. Al año siguiente, Harshberger, precisaría en tres artículos la idea que tenía sobre el campo propio de su etnobotánica (Harshberger 1896a, b, c; Rivera/Obón 1998). Más tarde, en 1941, Jones definió el término "etnobotánica" como "el estudio de la interrelación del hombre primitivo y las plantas". Unos años después, Helbaek (1959) acuñó la voz Paleobotánica; que se aplica a la investigación sobre las relaciones del hombre pre y protohistórico con su entorno florístico. Para Renfrew (1973, 1), "la Paleobotánica se define como el estudio de los restos de plantas cultivadas o utilizadas por el hombre en tiempos antiguos, las cuales han perdurado en contextos arqueológicos". Ahora bien, el término Paleobotánica es más amplio, ya que etimológicamente abarca el estudio de todos los restos vegetales en relación a los seres humanos del pasado; no obstante, algunas escuelas, concretamente la inglesa, holandesa y alemana, reservan el término Paleobotánica casi exclusivamente para el estudio de semillas y frutos en las sociedades agrícolas, salvo en Francia donde ha surgido el neologismo Paleocarpología para definir este tipo de estudios. En este sentido son significativas las publicaciones de los libros: *Progress in Old World Palaeoethnobotany. A retrospective view on the occasion of 20 years of the International Work*

Group for Palaeoethnobotany (Van Zeist et alii 1991) y *Domestication of plants in the Old World* (Zohary/Hopf 1988).

Con una vocación más aglutinadora surge el término Arqueobotánica, definida como una rama de la Paleobotánica encargada del estudio de los restos vegetales extraídos de contextos arqueológicos o naturales (Greig 1989). La Arqueobotánica incluye los análisis realizados en depósitos naturales (turberas, lagos, fondo marino, etc.) y que pueden correlacionarse con los obtenidos en yacimientos arqueológicos por medio de fechas radiométricas o relativas. La Arqueobotánica incluye el estudio de los microrrestos (polen, esporas, fitolitos, etc.) y de los macrorrestos (carbón, madera, semillas, hojas, fibras, etc.) (fig. 1). En este trabajo solo se tendrá en consideración los macrorrestos.

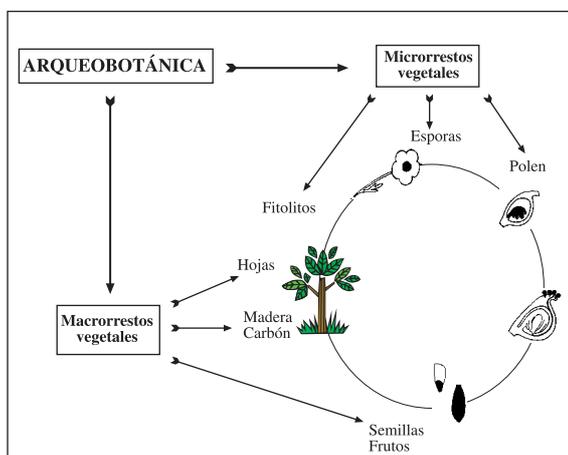


Figura 1. Material de estudio de la arqueobotánica.

LA ARQUEOBOTÁNICA: ¿PARA QUÉ?

La amplia gama de restos vegetales potencia la diversidad de los métodos de análisis, pero sus objetivos son convergentes ya que buscan el componente vegetal sedimentado en los yacimientos del pasado, ya sean del pasado más remoto o de los tiempos más recientes. Los límites cronológicos o las divisiones por épocas pueden ser operativas, pero en muchos casos carecen de sentido.

A la Arqueobotánica le interesan las transformaciones del entorno de los yacimientos arqueológicos, así como la gestión y uso de los vegetales por parte de las sociedades humanas. Transformaciones debidas a factores naturales, físicos-químicos, o a la

1. Departamento Prehistoria y Arqueología Universitat de Valencia. Correo electrónico: Ernestina.badal@uv.es ; Yolanda.carrion@uv.es
2. Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. Correo electrónico: drivera@um.es
3. Laboratorio de Arqueobotánica. Departamento de Prehistoria. Instituto de Historia. CSIC. Correo electrónico: cehu118@ceh.csic.es

acción de los grupos humanos, que de forma voluntaria o no, han modelado el aspecto del territorio y muy en particular a partir de la introducción de las técnicas agrícolas.

En definitiva, los objetivos o la finalidad de los análisis arqueobotánicos son ecológicos y etnográficos, en la conjunción de ambos está el interés para todos. Pero además, no tiene sentido el análisis arqueobotánico si no se integra en una visión más amplia: el paisaje. El paisaje se debe aprehender como un todo ya que sus elementos constituyentes se interrelacionan, se condicionan recíprocamente, de tal modo que su función se debe concebir dentro de un esquema dinámico e interactivo. En definitiva, el paisaje es un sistema que manifestará en cada época su estructura interna o estado, reflejo de la interacción y dinámica de sus elementos, físicos, bióticos y humanos.

Los análisis arqueobotánicos deben integrarse en proyectos de investigación globales de los yacimientos y dejar de ser meros apéndices en muchas publicaciones arqueológicas.

LA ARQUEOBOTÁNICA: ¿DÓNDE SE APLICA?

Los análisis arqueobotánicos se pueden aplicar a todo tipo de yacimientos, el factor limitante es la ausencia de restos, por lo demás todo yacimiento es interesante. De todos se pueden extraer datos de interés ecológico, económico, social, etc. dependerá de los propios datos que facilite cada yacimiento y de las preguntas que seamos capaces de hacer y de interpretar. Este trabajo se centrará en los macrorrestos vegetales surgidos en cuevas o abrigos arqueológicos, independientemente de periodo cronológico o cultural. En esos contextos lo más frecuente es encontrar los restos vegetales carbonizados y excepcionalmente madera o semillas sin carbonizar. La carbonización facilita la conservación de los restos. Las hojas, normalmente, se conservan en travertinos o paleolagos; estos depósitos no se tratan aquí. La mineralización de materiales vegetales como tallos, hojas, semillas en cuevas con percolación de aguas carbonatadas pueden formar costras ricas en esos restos (Rivera/Alcaraz 1985).

LA COMBUSTIÓN COMO FACTOR DE CONSERVACIÓN DE LOS RESTOS VEGETALES

Todas las partes de las plantas tienen propiedades combustibles, en mayor o menor medida. La combustión llevada a su extremo produce gas, vapor de agua y cenizas. En ese proceso se pueden distinguir cuatro fases sucesivas, según el aumento de la

temperatura: la deshidratación, la torrefacción, la pirolisis o carbonización y la cumburación. Durante las dos primeras fases, el material pierde el 35% de su peso total, en forma de vapor de agua, de gas carbónico y diversos componentes orgánicos. La fase de torrefacción es muy importante para la conservación de los frutos y semillas. Si la combustión se detiene en la torrefacción, los frutos y semillas conservan su morfología externa y su identificación botánica es posible. Esta es la forma más frecuente de encontrar las semillas y los frutos en los yacimientos arqueológicos.

La combustión, en sentido estricto, comprende la pirolisis, reacción térmica conducente a las brasas, y la cumburación, reacción oxidante que conduce a las cenizas. Estas fases se suceden rápidamente a partir de los 270 °C, con la desintegración química de la celulosa y la lignina, elementos de la madera (Bourquin-Mignot *et alii* 1999, 51). Así pues, si en la fase de pirolisis se interrumpe el aporte de oxígeno o es demasiado bajo, la combustión se detiene y entonces se forman los carbones, esto es la calcinación. En este estado, el carbón preserva la estructura anatómica de la madera, es por esto que su identificación botánica es posible. Se pueden identificar fragmentos de carbón desde un 1 mm hasta grandes troncos. Evidentemente, cuanto más pequeño es el fragmento el rango de identificación es menos preciso.

Las propiedades combustibles de la madera dependen de cuatro factores:

- a) tasa de humedad que contenga,
- b) la especie vegetal de la que procede,
- c) el estado de conservación de la madera
- d) y el calibre

De todos ellos, tal vez, los más determinantes sean la tasa de humedad y el calibre. Todo el mundo sabe que la madera húmeda arde mal porque la fase de deshidratación es larga. La madera alterada por xilófagos, tanto insectos como hongos, se inflama fácilmente pero la duración de la combustión en llamas es breve, en razón de la fuerte proporción de espacios vacíos y de la descomposición de ciertos elementos. En cuanto al calibre, para iniciar un fuego se necesitan ramas y ramitas de pequeño calibre, ya que prenden con facilidad y ayudan a quemar los grandes troncos que no arderían sin la ayuda de aquellas.

Para las funciones cotidianas y domésticas de un fuego la temperatura requerida es del orden de 300 °C. No obstante, la temperatura que puede alcanzar un fuego varía mucho a lo largo del proceso de combustión y en ciertos momentos puede llegar a los 1000 o 1200 °C. El parámetro de la temperatura

no es fácil de controlar y en todo caso, los carbones se producen por una combustión incompleta de la madera, cuando las brasas no llegan a convertirse en ceniza, debido a la disminución de oxígeno y caer la temperatura del fuego por debajo de 500 °C. La temperatura de combustión varía en función de las condiciones atmosféricas, del tipo de combustible y de su estado, de la zona donde se haga el fuego, al aire libre, en hornos, etc. (Théry/Parisot 1998; 2001). En definitiva, la mayor parte de los restos botánicos recuperados en las cuevas o abrigos están carbonizados; para las semillas el proceso debe parar en la torrefacción y para la madera en la pirólisis. Excepcionalmente se encuentran restos sin carbonizar, en contextos de sequedad o humedad extremas, donde los procesos de descomposición de los órganos vegetales no pueden actuar (Allué 2002; Lull *et alii* 1999; Piqué 1999, 2000; Rivera/Obón 1987). En algunos niveles se pueden encontrar órganos vegetales sin carbonizar y que sean debidos a procesos contaminantes y producto de materiales recientes, en ese caso hay que extremar la prudencia en la toma de datos (Rivera *et al* 2002; Rivera/Obón, 1991a; Rivera/Obón/Asencio 1988)

MÉTODOS DE MUESTREO

A lo largo del desarrollo histórico de la arqueobotánica se ha ido forjando un método riguroso de recogida del material en el yacimiento, así como del tra-

tamiento de los datos en el laboratorio, todo ello con la finalidad de mejorar la interpretación. Los restos arqueológicos siempre son parciales, ya que representan una parte de lo que se utilizó. De esa parte suelen conservarse los más resistentes o los que se han depositado en un contexto que facilita su conservación. De la parte conservada, no siempre se excava todo, por tanto la parte recuperada debe ser representativa del conjunto, de ahí que el muestreo debe ser una parte significativa del total.

EL MUESTREO: ¿CÚANDO Y CÓMO?

Los macrorrestos vegetales se muestrean y recogen en el proceso de excavación, el especialista debe estar integrado en el equipo de investigación, para participar en los problemas planteados y en las soluciones adoptadas. El contexto arqueológico donde se hallan es de capital importancia para la posterior interpretación.

Los grupos humanos utilizan las formaciones vegetales o las plantas cultivadas con distintas finalidades, provisión de leña, madera, frutos, cosechas, etc. y la transportan al lugar donde la usan o consumen (fig. 2.1A y B). Allí puede quedar sedimentada de dos formas:

- a) asociados directamente a estructuras arqueológicas (fig. 2.2B),
- b) dispersos por los sedimentos (fig. 2.2A)

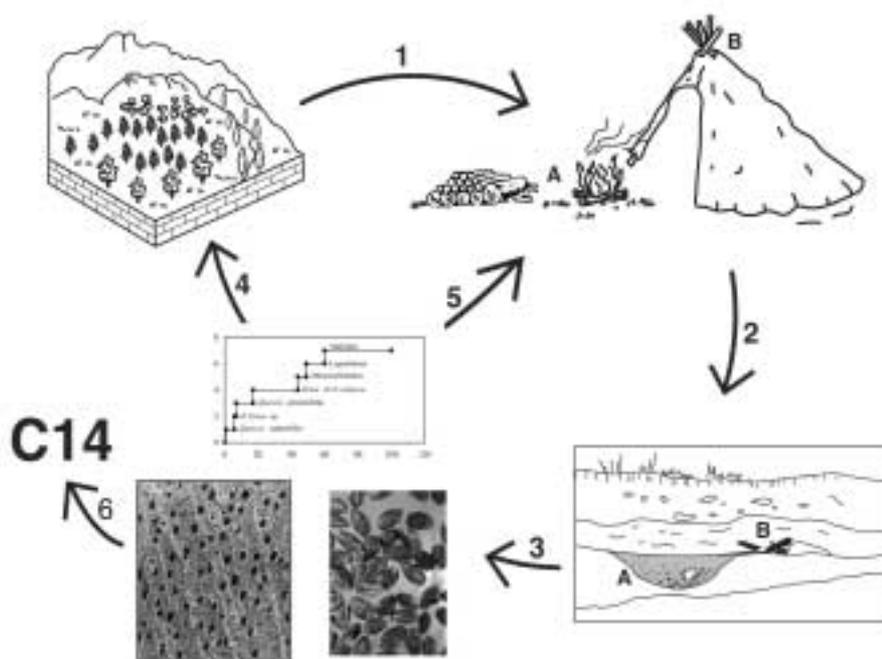


Figura 2. Metodología empleada en el muestreo e interpretación de los macrorrestos vegetales.

La recogida se hace por separado ya que se obtienen resultados diferentes en cada caso. Describiremos las situaciones más frecuentes de cómo se encuentran los restos y los más apropiado para su recuperación en cada caso.

Material disperso por los sedimentos arqueológicos (fig. 2.2a).

Los macrorrestos vegetales se pueden encontrar dispersos en los sedimentos de estratos, nivel de ocupación, de abandono, etc. Normalmente, reflejan procesos de larga duración. En esos contextos, los macrorrestos se depositan siguiendo los procesos deposicionales y postdeposicionales, como el resto del material arqueológico. En relación a los carbones, estos conjuntos son los más apropiados para hacer una interpretación ecológica a partir de ellos (fig. 2.4), ya que son el resultado de los fuegos domésticos en un periodo más o menos largo, pero siempre mayor que un hogar (Badal 1992; Bourquin/Mignot *et alii* 1999; Chabal 1988, 1997; Heinz 1990, 1991; Uzquiano 1992a, 1997). Las semillas pueden proporcionar una amplia diversidad de información ya que pudieron incorporarse al sedimento procedentes de las plantas del entorno inmediato de la cueva por simple gravedad, o bien de zonas más lejanas como consecuencia del transporte, intencionado o no, caso de las especies epi-

zoocoras y endozoocoras, y realizado por animales que accedieran a la cueva o por los propios humanos

El muestreo del material disperso siempre se realizara por el cribado o flotación de un volumen de tierras significativo y en relación con la unidad estratigráfica de origen. La superficie de muestreo será la unidad estratigráfica en su totalidad o una parte representativa del total, un muestreo espacial es necesario.

La recogida del material orgánico se puede hacer por cribado en seco o con agua de las tierras, o por flotación (fig. 3). Depende de muchos casos de la situación y disponibilidad de cada yacimiento. En todo caso, se ha demostrado que la utilización de la máquina de flotación da unos resultados excelentes, es un proceso rápido y sirve para recuperar todo tipo de material biótico. La cuba de flotación tiene un tamiz interior de malla fina donde se deposita el sedimento, el flujo de agua y aire está por debajo de éste, cuando la cuba se llena de agua desborda por un aliviadero donde se sitúa la columna de tamices, de diferentes mallas, para recuperar lo que flota. La flotación efectúa una selección sobre los carbones en función de la masa en relación a su forma. Esto significa, que no todo flota con igual facilidad, por ello, los sedimentos que quedan en el tamiz de la cuba se deben recuperar, someterlos a un secado paulatino y posteriormente triar todo el material orgánico (fig. 3).

20

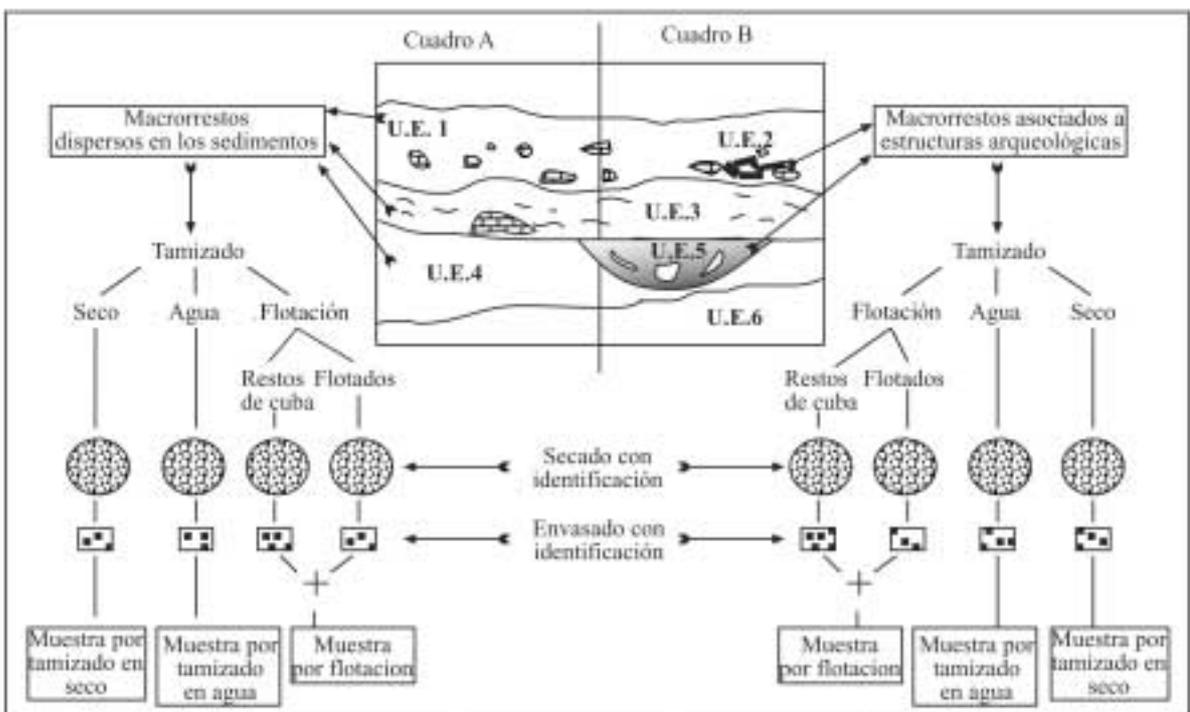


Figura 3. Posibles vías de obtener una muestra de macrorestos vegetales en una excavación.

El triado del sedimento sirve tanto para la recuperación de carbones como de semillas u otros restos bióticos de pequeñas dimensiones como microfauna, peces, etc. Así, los restos de la cuba serán separados en el laboratorio en relación a las categorías de restos: carbón, semillas, microfauna, etc. Para las semillas de pequeñas dimensiones ese triado se hace con la lupa (Bourquin/Mignot *et alii* 1999; Buxó 1997; Rivera/Obón 1991b, 1996).

En esos contextos, nunca se deben recoger los restos manualmente en el proceso de la excavación; ya que de ese modo, se facilita la recogida de lo que se "ve" y se desprecian aquellos fragmentos de carbón o semillas de pequeñas dimensiones. Además este método es lento, retarda la toma de datos y se ha comprobado lo incompleto de los resultados, por lo menos en los carbones (Badal 1992; Chabal 1988, 1997).

La muestra de cada categoría de restos, etiquetada convenientemente, será el conjunto de restos recuperado en una unidad estratigráfica, así carbones, semillas, peces, etc. Los efectivos de la muestra estará en relación con la riqueza de origen; es decir, habrá muestras con miles de efectivos (número de restos por categorías), con unos pocos efectivos o serán estériles.

Todo material carbonoso extraído de un yacimiento arqueológico tiene un grado de humedad en función de las condiciones de cada yacimiento. Además, las muestras extraídas por flotación de las tierras están mojadas; por tanto, en ambos casos, se deben someter a un proceso de secado, paulatino para que no se resquebraje el material. En el proceso de secado el material se extiende sobre papel, con su etiqueta de identificación, en una habitación sin grandes corrientes de aire o en la propia excavación pero a la sombra. Hasta que ha perdido la humedad y vuelve a ser resistente. Este proceso puede durar varios días, cuando ya está seco se envasa en recipientes rígidos para impedir la fragmentación, siempre acompañada de la etiqueta con las referencias de origen (fig. 3).

Las estructuras arqueológicas (fig. 2.2b).

En las cuevas o abrigos las estructuras más frecuentes son hogares, fosas, tumbas, etc. Estas representan acontecimientos breves en el tiempo, en ellas se puede encontrar carbón, semillas, fibras, tejidos, etc. Normalmente ofrecen poca diversidad de especies en el caso de los carbones, aunque pueden aportar una muestra variada de frutos y semillas. Pueden ser complementarios de los resultados obtenidos en el material disperso y supuestamente contemporáneo. En el caso de los hogares se ob-

serva los criterios de selección de la leña para el fuego, es decir, si es una elección selectiva u oportunista, el tiempo de utilización de la estructura (fig. 2.5), los restos de alimentos vegetales carbonizados, etc. Los silos, o recipientes de almacenamiento darán una información sobre la disponibilidad y diversidad de los alimentos vegetales. En muchos casos, los silos una vez abandonada su función, sirven de vertederos y en ese caso, pueden dar un información similar a los restos hallados dispersos por los sedimentos.

La superficie de muestreo es la estructura arqueológica. El muestreo se realizara igual que para el material disperso, es decir, por el cribado en seco, en agua o flotación de total del sedimento o de una muestra representativa del conjunto (fig. 3). De igual modo, la muestra estará compuesta por un número de efectivos representativos del total de origen, irá acompañada de su etiqueta de identificación. El proceso de secado será igual que el anteriormente descrito.

La madera de construcción

El material de construcción, normalmente, ha sido objeto de una fuerte selección en función de sus cualidades técnicas y mecánicas. En el caso de vigas o postes para construcciones, se puede saber en qué época del año ha sido cortada la madera, que especies seleccionan, qué edad y diámetro tenían los árboles cortados. En algunas ocasiones se han observado el grado de alteración de la madera por parásitos, es decir, perforaciones realizadas por insectos xilófagos y hongos (Badal 2001; Carrión/Badal, en prensa). Un estudio dendrológico es posible tanto en madera como en carbón procedente de madera de construcción (Carrión 2003; Gassman 2000; Marguerie 1991). En cuevas o abrigos rocosos es raro encontrar madera de construcción.

Normalmente, en periodos prehistóricos las necesidades de materia prima para la construcción se cubren con maderas locales, no obstante, estos resultados antracológicos deben ser interpretados desde un punto de vista etnológico y se debe descartar hacer una reconstrucción del paisaje vegetal a partir del material de construcción (Chabal 1988, 1997). En periodos históricos existe un comercio a larga distancia y la madera apreciada puede proceder de lugares lejanos de donde se halla, esto se debe tener en consideración en la interpretación de los datos.

El muestreo de la madera de construcción debe ser manual, individual y bien acotado cada elemento sobre el plano, para poder hacer una reconstrucción

posterior. La muestra estará compuesta por el total de individuos, en este caso cada viga, poste, rama, etc. El número de efectivos de la muestra será el total de los troncos y ramas recuperados, siempre acompañados de la etiqueta de identificación.

Utensilios de madera

Las armas, los útiles y enseres de madera son poco frecuente en los yacimientos arqueológicos. No obstante, a veces quedan carbonizados en los niveles de incendio o conservados en medios excepcionales (Lull, *et alii* 1999; Piqué 1999; Bosch *et alii* 2000). Su rareza hace que este material sea de gran importancia para conocer las herramientas, armas, mangos, objetos simbólicos y otros elementos del pasado realizados en madera.

En estos casos, la muestra es individual, es decir, cada objeto es una muestra, se recupera en su totalidad con todos los referentes de origen.

Esta diversidad de formas de encontrar los restos vegetales, más los diferentes métodos de excavación arqueológica justifican la presencia y participación de los especialistas en las labores de campo. Además, la puesta en común de estrategias de muestreo para recuperar restos bióticos agiliza y rentabiliza el proceso de la toma de datos, ya que con el mismo volumen de tierra flotada se obtienen diferentes conjuntos de muestras. Por lo tanto, dado que los recursos económicos destinados a la Arqueología son frecuentemente reducidos, es muy conveniente establecer desde el principio de la excavación un protocolo de muestreo que resulte útil para recuperar un amplio conjunto de restos (carbón, semillas, peces, microfauna, etc.), ya que de esta forma se rentabiliza tiempo y esfuerzo.

MUESTREO ¿CUÁNTO CARBÓN?

La identificación botánica se hace en cada uno de los fragmentos de carbón. El rango de identificación alcanzado puede ser desde grupo (angiosperma, gimnosperma) hasta la especie, esto depende en gran medida del tamaño de los fragmentos del carbón, del estado de conservación, de las dificultades anatómicas de ciertas familias, géneros y especies, así como de nuestros propios conocimientos sobre la flora de una región determinada.

El análisis cuantitativo se basa en el recuento de los fragmentos de carbón por rango de identificación (familia, género, especie), constituyendo cada fragmento la unidad de medida, independiente de su tamaño. Chabal señala "*que les charbons de bois soient compté ou pesés, leur représentation en bio-*

masse n'est a priori pas meilleure" (1997, 47), puesto que ningún método integra el estado de fragmentación. Se ha demostrado que existe una correlación lineal positiva entre recuento y peso, la ley de la fragmentación (Chabal 1997). El estado de fragmentación del carbón es independiente de la especie, por lo que en consecuencia, las frecuencias relativas se pueden calcular tanto pesando los fragmentos de carbón por rango de identificación, como mediante el recuento de los fragmentos por rango de identificación. Así pues, el fragmento de carbón constituye una unidad de identificación y recuento práctica que es la más utilizada en el análisis antracológico.

El número de restos recuperado en cada unidad estratigráfica depende de la riqueza de origen, que, evidentemente, está relacionada con las actividades humanas que represente la unidad estratigráfica. Por ofrecer un rango, se puede citar la Cova de les Cendres (Alicante); donde 3 litros de sedimentos de un nivel gravetiense ofrece de media 70 fragmentos de carbón de mayores de 4 mm³, mientras que en la misma cueva, los niveles magdalenienses aportan más de 100 fragmentos y los niveles neolíticos que representan actividades pastoriles, niveles de corral, el mismo volumen de tierra ofrece del orden de 20 fragmentos de carbón de la misma dimensión. En definitiva, el número de restos varía mucho de unos niveles a otros, también de unos yacimientos a otros e incluso entre regiones. Esta variabilidad está en directa relación con el tipo de actividad y la intensidad de la ocupación humana desarrollada en cada momento y en algunos casos con los procesos postdeposicionales que han sufrido los materiales.

En un estudio antracológico, para obtener datos fiables, se debe analizar una cantidad de carbones representativa de cada unidad de muestreo. Esa cantidad o número mínimo de carbones se define mediante el empleo de curvas esfuerzo–rendimiento (fig. 2.4). En ellas aparece el número de taxa identificados en función del número de fragmentos de carbón analizados anatómicamente. Cuando las curvas se estabilizan se tiene la representación óptima de las especies sedimentadas y, por tanto, se puede parar el análisis del carbón para una muestra dada. Este número varía en función de la riqueza floral de las formaciones vegetales del pasado (Badal 1992; Heinz 1990, 1991) y los conocemos *a posteriori* del muestreo. Por tanto, se recomienda tamizar el volumen de tierra necesario para obtener del orden de 200 a 500 fragmentos de carbón por unidad estratigráfica, ya que se ha demostrado, reiteradas veces, que la franja más representativa de la flora sedimentada está entre 200 y 500 fragmentos de carbón analizados. Posteriormente, cada

muestra recibirá el tratamiento estadístico más oportuno.

La presentación de los resultados puede adoptar variadas formas: diagramas, histogramas, cuadros, esquemas, etc. La interpretación estará directamente relacionada con el contexto arqueológico del que procedan los carbones y con las preguntas que se planteen: ecológicas, etnológicas, dendrológicas, alteración de la madera, tafonómicas, etc. Prueba de ello es la abundante bibliografía peninsular por regiones y por temas (Badal 1999, 2001; 2002; Badal/Carrión 2001; Carrión 2003; Grau 1990; Piqué 1999a,b,c, 2000; Rodríguez 1992, 1995; Ros Mora 1985, 1992; Zapata 1999, 2002; Uzquiano 1992a, b y c).

MUESTREO ¿CUÁNTAS SEMILLAS?

Al igual que en el caso de los carbones, las identificaciones se realizan sobre la base de los elementos individuales. Aquí podemos disponer de estructuras más o menos completas (frutos o semillas), dañadas o simplemente fragmentos de las mismas. Los recuentos deben claramente separar los elementos enteros o ligeramente dañados, de los simples fragmentos.

La identificación se realiza con el máximo grado de detalle que permitan la calidad y el estado de conservación de los restos y las peculiaridades de la taxonomía del grupo en concreto. En algunos casos la identificación puede alcanzar el rango de especie o grupo de especies, en otros simplemente el de género o familia. Algunos investigadores en su afán por organizar los materiales recuperados establecen subgrupos formales dentro de una categoría que identifican con letras, por ejemplo *Prunus* tipo a, tipo b, etc.

El conocimiento de la flora de la región y de los materiales vegetales recuperados en contextos similares ayuda mucho a precisar la identificación de los restos, aunque siempre cabe el incluir un apartado con los no identificados, clasificados por la morfología y acompañados de una ilustración adecuada.

La información cuantitativa se presenta en tablas por orden alfabético o taxonómico de rango de identificación: familia, género y especie. Como se expuso anteriormente, se debe separar claramente el material completo o casi, de los fragmentos. También los frutos de las semillas. No es lo mismo encontrar mil frutos de adormidera (*Papaver somniferum* L.), lo cual constituiría un notable acopio, que mil semillas de la misma especie, que pueden proceder de la presencia accidental de un par de cápsulas. Esto remite a un tema importante, las cifras, éstas se deben compara entre lo que sea estricta-

mente comparable. Conocer la biología de cada especie y especialmente su diaspороlogía (pautas de dispersión) son fundamentales a la hora de comparar valores numéricos. Una sola planta de *Amaranthus* accidentalmente incorporada al registro puede aportar miles de semillas, lo cual no significa que los habitantes de la cueva fueran grandes consumidores de esta planta.

Las comparaciones cuantitativas de la distribución de los restos de cada especie entre niveles y zonas de un mismo yacimiento puede resultar muy ilustrativa, en este caso las diferencias detectadas pueden ser consecuencia de procesos deposicionales ligados o no a la actividad humana y también de otros procesos postdeposicionales.

La abundancia de materiales de este tipo (semillas y frutos) se expresa, en ocasiones, en términos volumétricos (litros, centímetros cúbicos, etc.) y muy raras veces en términos de masa. La utilización de los volúmenes puede ser de utilidad ya que un litro puede contener miles de granos de cereal y solo unos cuantos grandes frutos. Se recurre a estas medidas en el caso de los cereales y otros materiales que se suelen acopiar en grandes cantidades, para diferenciar un depósito de menor cuantía de lo que serían un silo en uso.

En el caso de los estudios de frutos y semillas podemos igualmente utilizar curvas esfuerzo–rendimiento, cuando los volúmenes a cribar son muy elevados, pero es frecuente que se proceda al tamizado de una parte significativa de los sedimentos, si no a su totalidad. Un estudio previo de la proporción de contaminantes recientes en la muestra (material no carbonizado, claramente apreciado como tales), puede disuadirnos de procesar con detalle un sedimento cuya fiabilidad estratigráfica resulta escasa, al menos en lo referente a frutos y semillas.

Los cambios culturales han enriquecido el perfil florístico disponible en los contextos excavados en cuevas, incorporando, a partir del Neolítico, el cortejo de especies cultivadas procedentes del Mediterráneo oriental al tradicional conjunto de la península Ibérica, en el que destacan las bellotas de *Quercus*, *Brassica*, *Olea*, *Pinus pinea*, *Rubus*, *Rosmarinus* y un amplio etcétera (Agustí *et alii* 1987; Apellaniz/Hopf 1979; Badal 2001; Buxó 1990; Buxó/Catalá 1994; Hopf 1974; Hopf/Pellicer 1970; López 1980, Ramil Rego *et alii* 1990; Stika 2000).

MACRORRESTOS Y RADIOCARBONO

Los macrorrestos pueden ayudar a resolver problemas de capital importancia para la interpretación arqueológica o paleoecológica. Efectivamente, desde los años 60, tanto la arqueología como la paleoeco-

logía se apoyan constantemente en las fechas radiocarbón para situar en una escala temporal los conjuntos arqueológicos, los cambios climáticos, la aparición o desaparición de ciertas especies vegetales, etc.

Normalmente, se envía el carbón a datar sin su previa identificación botánica, esto hace que no se sepa qué se data y por tanto puede haber problemas tafonómicos que no se observan a simple vista en el proceso de excavación.

En el laboratorio antracológico, *el carbón no recibe ningún tipo de tratamiento químico* (Vernet *et alii* 1979). Por tanto, *a posteriori*, de la identificación botánica se deben realizar las dataciones radiocarbón sobre los mismos carbones (fig. 2:6). Esto mismo se aplica a las semillas, ya que su observación no requiere tratamiento químico alguno y da buenos resultados (Bronk Ransey *et alii* 2002). Esta secuencia de análisis tiene muchas ventajas:

- a) primero sabemos que especie o género vegetal se data y con la fecha obtenida seguir su historia y presencia en una región dada.
- b) Segundo, porque se pueden evitar contaminaciones con material más moderno o más antiguo que el nivel que queramos fechar y
- c) tercero, indirectamente se data el contexto arqueológico de donde procede el taxón vegetal dado. La única fecha directa es la obtenida en el material datado, carbón, semilla, etc., transferir esa fecha a su contexto arqueológico, siempre conlleva riesgos.

Recientemente se ha demostrado que muchas de las fechas erráticas, y por tanto incoherentes dentro de una secuencia dada, son debidas a la mezcla involuntaria de carbones procedentes de niveles arqueológicos diferentes y estas mezclas pueden ser el resultado de procesos postdeposicionales naturales o antrópicos que no se observan a simple vista en el proceso de excavación (Bernabeu *et al.*, 1999; 2000) y sí se aprecian cuando identificamos los carbones, puesto que hay algún taxón que también es errático dentro de un conjunto floral dado.

En el caso de las semillas puede haber procesos postdeposicionales similares y también se aconseja su previa identificación botánica (Bronk Ransey *et alii* 2002). Las semillas, normalmente, tienen la ventaja que corresponden a una año solar, por tanto, la fecha radio carbono corresponde al año de la cosecha o recolección. Mientras que en un carbón, aunque sea una datación por acelerador, se pueden estar datando muchos anillos anuales de crecimiento. Un fragmento de carbón de 1 cm³, puede contener, según la especie, 100 o más anillos anuales de crecimiento, que corresponden a años de calendario solar.

RENTABILIZAR EL TRABAJO

Toda excavación arqueológica requiere unos planteamientos teóricos y metodológicos, previos a los trabajos de campo. Con la finalidad de rentabilizar el trabajo obteniendo el máximo rendimiento, es necesario proponer unas estrategias de muestreo ágiles y que sirvan para recuperar el máximo de material. Así las propuestas esenciales son:

– Cribado en seco, con agua o por flotación de un volumen de tierras representativo de cada unidad estratigráfica. Se ha comprobado que lo más rápido es el uso de la cuba de flotación, en caso de no disponer de ella, el cribado con agua y en último lugar el tamizado en seco.

– Cuando se lavan o flotan las tierras se recupera el material que flota pero también el fondo de la cuba o tamiz. Después se seca ese sedimento y se trián en el laboratorio las distintas clases de resto. Así, esta tarea sirve para recuperar un amplio espectro de restos: carbones, semillas, peces, avifauna, etc.

– El número de restos recuperado en cada unidad estratigráfica, dependerá de la riqueza de origen que, evidentemente, estará en relación con las actividades humanas que represente dicha unidad.

– En relación a los carbones, para que estadísticamente sea fiable una muestra es necesario recuperar del orden de 200 a 500 fragmentos de carbón por unidad estratigráfica. Este número en algunas unidades estratigráficas se consigue con 10 litros de tierra o menos, mientras que en otras serán necesarios muchos más e incluso, algunas unidades estratigráficas serán estériles aunque se tamicen metros cúbicos de tierra.

– El tamaño de los carbones recuperados es independiente del género o la especie de la que procedan. Por tanto, se deben recoger todas las clases de tamaños, desde milimétricos hasta grandes fragmentos.

– Para el carbón disperso por los niveles arqueológicos, los hogares, silos, hornos y otras estructuras, se debe descartar la recogida a mano durante el proceso de excavación, ya que se está haciendo una selección de los fragmentos grades, puesto que son más visibles.

– Conviene asegurarse del estado de las semillas y los frutos en un primer tamizado en seco. En el caso de los no carbonizados, excepcionalmente conservados en atmósfera seca protectora, resulta imprescindible la recolección en seco, y a ser posible la conservación lo antes posible en una atmósfera no oxidante (recipientes herméticos con nitrógeno en lugar de aire). Estos recipientes se utilizan para conservar especias y colorantes sin que se degraden y están disponibles para la industria de alimentos.

– Cuando las semillas y frutos están carbonizados se procede de modo similar a los carbones. Normalmente se recuperan al mismo tiempo, prestando atención al diámetro mínimo de los tamices, ya que las semillas de muchas especies tienen diámetros inferiores a 1 mm. Aquí no queda más remedio que alcanzar un compromiso entre el interés de recuperar todas las semillas posibles y el problema de retener en los tamices otros materiales que dificulten la tría en la lupa binocular. Normalmente nos podemos permitir un menor grado de detalle en los tamices del sedimento, mientras que los diámetros de malla menores se utilizan para los sobrenadantes.

BIBLIOGRAFÍA

AGUSTÍ, B., ALCALDE, G., BURJACHS, F., BUXÓ, R., JUAN-MUNS, N., OLLER, J., ROS, M.T., RUEDA, J.M., TOLEDO, A. 1987, *Dinámica de la utilización de la Cova 120 per l'home en el darrers 6000 anys*, CIA Serie Monográfica 7, Girona.

ALLUÉ, E. 2002, *Dinámica de la vegetación y explotación del combustible leñoso durante el Pleistoceno superior y el Holoceno del nordeste península Ibérica, a partir del análisis antracológico*, Tesis doctoral inédita, Tarragona, Universitat Rovira i Virgili.

APELLÁNIZ, J.M. Y HOPF, M. 1979, Bronzenzeitliche Pflanzenreste aus Alt-Kastilien, die Cueva Mayor de Atapuerca (Burgos), *Madrid Mitteilungen* 20, 101–106.

BADAL, E. 1992, L'anthracologie préhistorique: à propos de certains problèmes méthodologiques, in Vermet, J.L. (ed.), *Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme*. *Bull. Soc. bot. Fr.* 139, Actual. bot. (2/3/4), 167–189.

BADAL, E. 1999, El potencial pecuario de la vegetación mediterránea: las Cuevas Redil, in Bernabeu, J., Orozco, T. (eds.), *II Congrès del Neolític a la Península Ibèrica. Saguntum-PLAV*, Extra-2, 69-76.

BADAL, E. 2001, La recolección de piñas durante la prehistoria en la Cueva de Nerja (Málaga), in Villaverde, V. (ed.), *De Neandertales a Cromañones. El inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas*, Universitat de València, Valencia, 101-104.

BADAL, E. 2001, Leña para el fuego, in Villaverde, V. (ed.), *De Neandertales a Cromañones. El inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas*, Universitat de València, Valencia, 105–106.

BADAL, E. 2002, Bosques, campos y pastos: el potencial económico de la vegetación mediterránea, in Badal, E., Bernabeu, J., Martí, B. (eds.), *El paisaje en el Neolítico mediterráneo. Saguntum - PLAV*, Extra 5, 129-146.

BADAL E., CARRIÓN, Y. 2001, Del Glaciar al Interglaciar: los paisajes vegetales a partir de los restos carbonizados en las cuevas de Alicante, in Villaverde, V. (ed.), *De Neandertales a Cromañones. El inicio del poblamiento humano en tierras valencianas*, Universitat de València, Valencia, 21–40.

BERNABEU, J., VILLAVERDE, V., BADAL, E., MARTÍNEZ, R. 1999, En torno a la neolitización del Mediterráneo peninsular: valoración de los procesos postdeposicionales de la Cova de les Cendres, in *Geoarqueología i Quaternari litoral. Memorial M.P. Fumanal*, 1999, Universitat de València, 69–81.

BERNABEU, J., BARTON, M., PÉREZ, M. 2001, A taphonomic Perspective on Neolithic Beginnings: Theory, Interpretation, and Empirical Data in the Western Mediterranean, *Journal of Archaeological Sciences* 28, 597–612.

BOSCH, A., CHINCHILLA, J., TARRÚS, J. (coords.) 2000, *El poblament lacustre neolític de La Draga. Excavacions de 1990 a 1998*, Monografies del CASC 2, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Centre d'Arqueologia Subacuàtica de Catalunya, Barcelona.

BOURQUIN-MIGNOT, C., BROCHIER, J.-É., CHABAL, L., CROZAT, S., FABRE, L., GUIBAL, F., MARINVAL, P., RICHARD, H., TERRAL, J.-F., THÉRY-PARISOT, I. 1999, *La Botanique*, Collection "Archéologiques", A. Ferdière (dir.). Ed. Errance, París.

BRONK RAMSEY, C.; HIGHAM, T.F.G.; OWEN, D.C.; PIKE, A.W.G., HEDGES, R.E.M. 2002, Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry datelist 31, *Archaeometry* 44, 3, supplement 1, 1–149.

- BUXÓ, R. 1990**, Estudi de les restes carbonitzades de la Cova de la Recambra, *Cypsela* 7, 11–20
- BUXÓ, R. 1990**, *Arqueologia de las Plantas*, Crítica, Barcelona.
- BUXÓ, R., CATALÁ, M. 1994**, Resultats de l'anàlisi de llavors i fruits procedents de la Bauma del Serrat del Pont (Tortellà, La Garrotxa), in Alcalde et alii (eds.), *Les ocupacions humanes a la Bauma del Serrat del Pont posteriors a 1400 AC*, Publicacions eventuales d'Archeologia de la Garrotxa 1, Olot.
- CHABAL, L. 1988**, Pourquoi et comment prélever les charbons de bois pour la période antique: les méthodes utilisées sur le site de Lattes (Hérault), *Lattara* 1, 187–222.
- CHABAL, L. 1997**, Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive), L'anthracologie, méthode et paléoécologie, *Documents d'Archéologie Française* 63, Ed. De la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.
- CARRIÓN, Y. 2003**, *Afinidades y diferencias de las secuencias antracológicas en las vertientes mediterránea y atlántica de la península Ibérica*, Tesis doctoral, Universitat de València.
- CARRIÓN, Y. Y BADAL, E. en prensa**, La presencia de hongos e insectos xilófagos en maderas y carbones arqueológicos, *Actas V Congreso Nacional de Arqueometría*, Universidad de Cádiz, 30 de septiembre al 3 octubre 2003.
- GASSMAN, P. 2000**, L'estudi dendrocronològic dels pals, in Bosch, A., Chinchilla, J., Tarrús, J. (coords.), *El poblat lacustre neolític de La Draga. Excavacions de 1990 a 1998*. Monografies del CASC 2, 90–98, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Centre d'Arqueologia Subacuàtica de Catalunya, Girona.
- GRAU, E. 1990**, *El uso de la madera en yacimientos valencianos de la Edad del Bronce a la época visigoda. Datos etnobotánicos y reconstrucción ecológica según la antracología*, Tesis doctoral, València, Universitat de València.
- GREIG, J. 1989**, *Handbooks for archaeologists, Nº 4. Archaeobotany*, European Sciences Foundation.
- HARSHBERGER, J.W. 1896a**, Ethnobotanic Gardens, *Science N.S.* 3, 58, 203–205.
- HARSHBERGER, J.W. 1896b**, The purpose of Ethnobotany, *American Antiquarian* 17 (2), 73–81.
- HARSHBERGER, J.W. 1896c**, The purpose of Ethnobotany, *The Botanical Gazette* 21, 146–154.
- HEINZ, C. 1990**, Dynamique des végétations Holocènes en Méditerranée Nord Occidentale d'après l'anthracoanalyse des sites préhistoriques. Méthodologie et paléoécologie, *Paléobiologie Continentale* Vol. XVI Nº 2.
- HEINZ, C. 1991**, Upper Pleistocene and Holocene vegetation in the south of France and Andorra. Adaptations and first ruptures: new charcoal analysis data, *Review of Palaeobotany and Palynology* 69, 299–324.
- HELBAEK, H. 1959**, The domestication of food plants in the Old World, *Science* 130, 365–372.
- JONES, V.H. 1941**, The nature and status of ethnobotany, *Chronica Botánica* 6 (10), 219–221.
- LÓPEZ, P. 1980**, Los cereales, in Martí, B.; Pascual, V.; Gallart, M^a.D.; López, P.; Pérez, M.; Acuña, J.D., Robles, F., *La Cova de l'Or (Beniarriès, Alicante)*, Trabajos Varios del SIP 65, Vol. II, 175–192.
- LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE, C., RISCH, R. 1999**, *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideologia y sociedad en la prehistoria de Menoría*, Consell Insular de Menorca, Ajuntament de Ciutadella, Fundació Rubio. Barcelona.
- MARGUERIE, D. 1991**, *Evolution de la végétation sous l'impact anthropique en Armorique du Mésolithique au Moyen Age: études palynologiques et anthracologiques des sites archaéologiques et des tourbières associées*, Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1.
- PIQUE, R. 1999a**, Producción y uso del combustible vegetal: una evaluación arqueológica, *Treballs d'Etnoarqueologia* 3, Universidad Autónoma de Barcelona–CSIC.
- PIQUÉ, R. 1999b**, Anàlisi de las maderas y carbones del yacimiento de la Cova des Mussol (Menorca), in Lull, V., Micó, R., Rihuete, C., Risch, R., *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideologia y sociedad en la prehistoria de Menoría*, Consell Insular de Menorca, Ajuntament de Ciutadella, Fundació Rubio, Barcelona, 427–438.
- PIQUÉ, R. 1999c**, La gestión de los recursos leñosos en la Cova des Càrritx, in Lull, V., Micó, R., Rihuete, C., Risch, R., *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideologia y sociedad en la prehistoria de Menoría*, Consell Insular de Menorca, Ajuntament de Ciutadella, Fundació Rubio, Barcelona, 489–520.
- PIQUE, R. 2000**, Les dades antracològiques, in Bosch, A., Chinchilla, J., Tarrús, J. (coords.), *El poblat lacustre neolític de La Draga. Excavacions de 1990 a 1998*. Monografies del CASC 2, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Centre d'Arqueologia Subacuàtica de Catalunya, Girona, 50–53.
- RAMIL REGO, P.; AIRA RODRÍGUEZ, M^a.J.; GONZALEZ MENDEZ, M., CRIADO BOADO, F. 1990**, Données paléobotaniques des grains de Brassicaceae au NO de la Péninsule Ibérique, *Révue de Paléobiologie*, Vol 9, Nº 1–2, 263–272.
- RENFREW, J.M. 1973**, *Paleoethnobotany. The prehistoric food plants of the Near East and Europe*, Meuthen and Co., London.

- RIVERA, D., ALCARAZ, F. 1985**, Vegetación actual y plantas fósiles (Excavaciones en Cueva Pernerás, Lorca (Murcia), *Noticiario Arqueológico Hispánico* 23, 52–54.
- RIVERA, D., INOCENCIO, C., OBÓN, C., CARREÑO, E., REALES, A., ALCARAZ, F. 2002**, Archaeobotany of Capers (*Capparis*) (Capparaceae), *Vegetation History and Archaeobotany* 11/4, 295–314.
- RIVERA, D., OBÓN, C. 1987**, Informe sobre los restos vegetales procedentes del enterramiento calcolítico de la Cueva Sagrada (comarca de Lorca, Murcia), *Anales de Prehistoria y Arqueología* 3, 31–37.
- RIVERA, D., OBÓN, C. 1991a**, Macrorrestos vegetales de los yacimientos de la comarca del Noroeste en los inicios de la edad de los metales, in López, P. (ed.), *El cambio cultural del IV al II milenios a. C. en la comarca Noroeste de Murcia*, CSIC. Madrid, 239–244.
- RIVERA, D., OBÓN, C. 1991b**, Los materiales vegetales en los yacimientos arqueológicos. Depósito, conservación y técnicas de recuperación, in Waldren, W.H., Ensenyat, J.A., Kennard, R.C. (eds.), *Ind Deya International Conference Prehistory. Vol. I. BAR International Series* 573, Tempus Reparatum. Oxford, 59–93.
- RIVERA, D., OBÓN, C. 1996**, Métodos de identificación etnobotánicos: el estudio de macrorrestos, *Monograf. Jard. Bot. Córdoba* 3, 15–22.
- RIVERA, D., OBÓN, C. 1998**, *Guía de teoría y práctica de Etnobotánica*, DM. Murcia.
- RIVERA, D., OBÓN, C., ASENSIO, A. 1988**, Arqueobotánica y Paleoetnobotánica en el Sureste de España. Datos preliminares, *Trabajos de prehistoria* 45, 317–334.
- RODRÍGUEZ, M.O. 1992**, *Las relaciones hombre-vegetación en el sureste de la península Ibérica durante las edades del Cobre y Bronce, a partir del análisis antracológico de siete yacimientos arqueológicos*, Tesis doctoral, Granada, Universidad de Granada.
- RODRÍGUEZ, M.O. 1995**, Análisis antracológicos de yacimientos neolíticos de Andalucía, *I Congrès del Neolític a la Península Ibérica, Gava-Bellaterra, Rubricatum* 1, 73–83
- ROS, M.T. 1985**, *Contribució antracoanalítica a l'estudi de l'entorn vegetal de l'home del Paleolític superior a l'Edat del Ferro a Catalunya*, Tesis de Llicenciatura, Universitat Autònoma de Barcelona.
- ROS, M.T. 1992**, Les apports de l'Anthracologie á l'étude du paléoenvironnement vegetal en Catalogne (Espagne), in Vernet, J.-L. (ed.), *Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme*, *Bull. Soc. bot. Fr.* 139, Actual. bot. (2/3/4), 483–494.
- STIKA, H.P. 2000**, Resultados arqueobotánicos de la campaña de 1988 en Fuente Álamo in Schubart, H.; Pingel, V., Arteaga Matute, O., *Fuente Álamo: las excavaciones arqueológicas 1977–1991 en el poblado de la Edad del Bronce*, Arqueología Monografías, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, 183–222.
- THÉRRY-PARISOT, I. 1998**, *Économie du combustible et paléoécologie en contexte glaciaire et périglaciaire, Paléolithique Moyen et Supérieur du Sud de la France. Anthracologie, Expérimentation, Taphonomie*, Thèse Université de Paris I Pantéon-Sorbonne, Paris.
- THÉRRY-PARISOT, I. 2001**, *Économie des combustibles au Paléolithique. Expérimentation, taphonomie, anthracologie*, Dossier de Documentation Archéologique 20, C.N.R.S., Paris.
- UZQUIANO, P. 1992a**, *Recherches anthracologiques dans le secteur Pyrénéo-cantabrique (Pays Basque, Cantabria et Asturias): environnements et relations home-milieu au Pleistocène supérieur et début de l'Holocène*, Thèse Biologie des Organismes et Populations, Environnements et Archéologie, U.S.T.L., Montpellier II.
- UZQUIANO, P. 1992b**, The Late-glacial/Postglacial transition in the Cantabrian Cordillera (Asturias and Cantabrian, Spain) based on charcoal analysis, *Palaios* 7 (5), SEMP (Society for Sedimentary Geology), 540–547.
- UZQUIANO, P. 1992c**, L'home et le bois au Paléolithique en region Cantabrique, Espagne. Les exemples d'Altamira et el Buxu, in Vernet, J.-L. (ed.), *Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme*, *Bull. Soc. bot. Fr.* 139, Actual. bot. (2/3/4), 361–372.
- UZQUIANO, P. 1997**, Antracología y métodos: implicaciones en la economía prehistórica, etnoarqueología y paleoecología, *Trabajos de Prehistoria* 54 (1), 145–154.
- VAN ZEIST, W., WASYLIKOWA, K., BEHRE, K-E. (eds.) 1991**, *Progress in Old World Palaeoethnobotany. A retrospective view on the occasion of 20 years of the International Work Group for Palaeoethnobotany*, Balkema, Rotterdam.
- VERNET, J.L., BAZILE, E., EVIN, J. 1979**, Coordination des analyses anthracologiques et des datations absolues sur charbons de bois, *Bull. Sc. Préhistorique de Française* 76/3, 76–79.
- ZAPATA, L. 1999**, *La explotación de los recursos vegetales y el origen de la agricultura en el País Vasco: análisis arqueobotánico de macrorrestos vegetales*, Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco.
- ZOHARY, D., HOPF, M. 1988**, *Domestication of plants in the Old World*, Clarendon Press, Oxford.

MUESTREO ARQUEOBOTÁNICO DE YACIMIENTOS AL AIRE LIBRE Y EN MEDIO SECO

N. ALONSO MARTÍNEZ¹
J. JUAN TRESSERRAS²
M. O. RODRÍGUEZ-ARIZA³
N. ROVIRA BUENDÍA⁴

INTRODUCCIÓN

En esta exposición se va a presentar el muestreo arqueobotánico de un tipo de yacimientos, cuya característica principal es que se hallan al aire libre y en medio seco. Antes de abordar la metodología para la recogida y el tratamiento de las muestras arqueobotánicas, así como la aplicación de la información obtenida para la resolución de las distintas problemáticas arqueobotánicas y arqueológicas, se van a presentar brevemente los diversos tipos de restos vegetales concernidos y las formas básicas de conservación.

Los macrorrestos vegetales más frecuentes en los yacimientos arqueológicos son esencialmente los carbones vegetales y los carporrestos (semillas y frutos), sin embargo otras partes de las plantas (como tallos, raíces, hojas, bulbos o rizomas) pueden también conservarse y documentarse. En un medio seco el principal agente responsable de la conservación de los macrorrestos es la *carbonización*, que consiste en la transformación de los elementos orgánicos en carbono amorfo en los diversos productos vegetales que son expuestos a la acción del fuego. Este modo de conservación se vincula a todo tipo de fenómenos y actividades antrópicas en las que el fuego participa, ya sea de forma deliberada (por ejemplo, la utilización de combustible en hornos y hogares o la torrefacción del grano) o accidental (por ejemplo, incendios o accidentes culinarios). A su vez, existe un segundo modo de conservación, la *mineralización*, que consiste en la sustitución de los elementos orgánicos por sustancias minerales. En el caso de los macrorrestos (especialmente de los carporrestos), se produce generalmente en medios con una gran concentración de materia orgánica y una circulación irregular de agua cargada en sales minerales (por ejemplo, en fosas o letrinas urbanas). Finalmente,

también se pueden documentar macrorrestos vegetales embebidos de agua en medios húmedos (*vid.* Buxó/Piqué en esta publicación) o momificados en medios áridos, pero no son tan frecuentes como las dos primeras formas de conservación mencionadas. El estudio de los microrrestos o microresiduos vegetales en yacimientos arqueológicos se ha centrado especialmente en los granos de polen y esporas (células reproductoras microscópicas), frústulas de diatomeas (esqueleto silíceo de algas unicelulares), microcarbones (restos microscópicos de materia vegetal carbonizada), fitolitos (células y espacios intra o intercelulares con diferentes grados de silicificación), gránulos de almidón (polisacárido formado por cadenas de amilosa y amilopectina), parénquima (tejido vegetal), fibras textiles (tejidos del líber), pigmentos (sustancias colorantes) y lípidos (grasas, aceites y resinas vegetales). La conservación diferencial de estos residuos se produce generalmente por factores tafonómicos. En material carbonizado no suelen conservarse los granos de polen ni los almidones, y el resto de indicadores puede sufrir alteraciones. En medios calcáreos, tanto los fitolitos como las diatomeas sufren procesos de disolución, especialmente en pH superior a 9. En medios anaerobios, como los yacimientos sumergidos situados bajo la capa freática, se conservan todos los indicadores a la perfección, del mismo modo que en condiciones de aridez o frío extremo, siempre que dichas condiciones sean constantes.

El tipo de conservación de los restos, así como la utilización que se les dio, van a influenciar en gran medida los contextos arqueológicos susceptibles de contener restos vegetales y, por consiguiente, de ser objeto de muestreo. De esta forma, entre todos los tipos de yacimientos posibles son los asentamientos, ya sean de larga o corta ocupación, los que proporcionarán más restos vegetales. Esto es así sobre todo en el caso de los macrorrestos, pues en este tipo de yacimientos se realizan una gran variedad de actividades y prácticas relacionadas con la manipulación de productos vegetales (por ejemplo, consumo, almacenaje o construcción). En cambio, en otros tipos de yacimientos arqueológicos, como pueden ser las necrópolis, la utilización o no de una determinada práctica funeraria (concretamente de la incineración) o la realización o no de fuegos rituales van a determinar la presencia/ausencia de macrorrestos vegetales. El caso de los micro-

1. Grup d'Investigació Prehistòrica. Universitat de Lleida. Projectos MCYT BSO2001-0523 y MCYT BTE2001-3421-C02-02. e-mail: 2 Nalonso@historia.udl.es

3. Programa de Gestión Cultural. Universitat de Barcelona. e-mail: turismocultural@teleline.es

4. Centro Andaluz de Arqueología Ibérica. Universidad de Jaén. e-mail: moliva@ujaen.es

5. Laboratori d'Arqueologia. Departament d'Humanitats. Universitat Pompeu Fabra (Barcelona). e-mail: nuria.rovira@upf.edu

restos es menos problemático y pueden ser hallados en muchos más contextos, pues en la mayoría de los casos su conservación no depende de su carbonización. Tanto en unos yacimientos como en otros, las unidades estratigráficas y las estructuras más óptimas para la recogida de muestras arqueobotánicas serán explicadas en los próximos apartados.

LA RECOGIDA DE MUESTRAS Y EL TRATAMIENTO DE LOS MACRORRESTOS

La recuperación sistemática y científica de los macrorrestos vegetales (carbones, semillas, frutos y otras materias vegetales) que se conservan en los niveles arqueológicos es, sin duda, uno de los principales problemas a resolver por el/la arqueobotánico/-a, aunque no el único. La coordinación entre el/la arqueólogo/-a y el/la arqueobotánico/-a se hace imprescindible durante el desarrollo de la excavación, ya que son muchas las cuestiones en las que esta colaboración es importante:

– La diferenciación entre los macrorrestos procedentes de los diferentes niveles arqueológicos (ocupación, derrumbe, arrastre...) y la determinación de los macrorrestos procedentes de ciertas estructuras, como techos, postes, etc., ha de hacerse en el mismo yacimiento y no *a posteriori*.

– La elección del método de recuperación de los macrorrestos vegetales de los sedimentos arqueológicos dependerá, en primer lugar, de las características de éstos y de la naturaleza de los sedimentos en los que están inmersos. Es importante contar con un programa flexible, previo a la excavación, que garantice la ejecución correcta del muestreo del área excavada.

Por tanto, queremos insistir en que la recogida de muestras arqueobotánicas y el estudio arqueobotánico han de contemplarse dentro del marco general del Proyecto de excavación, con la misma consideración que la recuperación del resto de ítems arqueológicos (cerámica, metal, etc.). Sin embargo, somos conscientes que la recogida de las muestras arqueobotánicas presenta ciertas singularidades, por lo que seguidamente realizamos una serie de indicaciones, fruto de nuestro estudio y experiencia, que sin duda nos pueden ayudar a realizar una adecuada recuperación de este tipo de muestras.

Existe una importante bibliografía arqueobotánica preocupada por la recogida de muestras y la representatividad de los diversos métodos existentes por ejemplo Veen/Fieller 1982; Marínval 1986; Pearsall 1989, 95–102; Buxó 1990, 1997; Jones 1991; Alonso 1999; Rovira/Buxó 1999; Buxó *et alii* 2002.

Los métodos existentes son múltiples: la recogida fortuita o puntual, la recogida de la totalidad del sedimento excavado, la recogida localizada, el muestreo a intervalos, el muestreo probabilístico o aleatorio, la recogida de un volumen constante, las muestras estimativas...

Todos estos métodos, excepto el primero, pueden considerarse sistemáticos ya que intentan acercarse a la población real de macrorrestos conservados en un yacimiento. Evidentemente, una vez desestimada la posibilidad de tratar la totalidad del sedimento de una intervención arqueológica, la utilización del muestreo es casi obligada en todas las etapas de la investigación arqueológica. La elección de la muestra debe ser una parte integral de la excavación, y para ello varios aspectos han de ser tomados en cuenta:

1. Hay que decidir el tamaño que debe tener la muestra.
2. Evitar todo tipo de sesgo personal, utilizando técnicas probabilísticas.
3. Tener en cuenta las consideraciones de tipo pragmático al tomar una decisión sobre el procedimiento de muestreo, aunque éstas no deben ser los determinantes primarios del procedimiento ni deben sesgar la muestra.

No todos los tipos de muestreos tienen el mismo grado de fiabilidad, por lo que es recomendable la combinación de dos o más métodos.

En un muestreo ideal cuanto más amplia sea la variedad de sedimentos recuperados para el tratamiento, aunque algunos no sean muy ricos en restos, más juego interpretativo permitirá a la investigación sobre el uso diferencial de los espacios, comparaciones diacrónicas, etc.

Las experiencias realizadas en diversos yacimientos (Buxó 1997; Alonso 1999) permiten inclinarnos por un sistema que combina la muestra estimativa con la recogida de la totalidad del sedimento excavado en algunas estructuras. El primer tipo de muestra se basa en la recogida inicial de un volumen constante para cada estrato (unos 10/20 litros de sedimento, que corresponden a 1 o 2 cubos respectivamente). Se trata de un test exploratorio, que se recoge de manera localizada o dispersa según las características del nivel o de la estructura, y que sirve para calibrar la riqueza de información de una unidad estratigráfica o contexto específico (Buxó 1997, 48–49). Como el tratamiento se realiza de manera inmediatamente posterior a la recogida, es posible decidir si es interesante o no intensificar el muestreo en aquel nivel en concreto. Si el test da un resultado negativo, la continuidad del muestreo se desestima. En caso contrario, si la densidad de restos es elevada

o se juzga conveniente para la resolución de una problemática arqueológica precisa, se aumenta el volumen de la muestra tantas veces como se considere conveniente mientras la relación esfuerzo/información obtenida siga siendo positiva. Esta estimación se realiza generalmente después de un examen ocular de la criba de 5-4 mm para los carbones de madera y de 2-1 mm (*vid. infra*) para las semillas y los frutos.

De hecho, una muestra-test puede dar tres tipos de resultados: test nulo, la muestra no proporciona ningún macrorresto; test negativo, la muestra contiene material pero no se considera necesario aumentar el volumen; test positivo, la cantidad de restos recomienda la intensificación del muestreo.

Por otro lado, como ya hemos dicho, se suele recoger la totalidad del sedimento en las estructuras arqueológicas susceptibles de contener macrorrestos, como las estructuras de combustión, los agujeros de poste, las fosas, las cubetas, los contenidos de recipientes, etc. En algunos casos también se puede realizar un test en una estructura, ya que puede ocurrir que su volumen sea elevado y que los datos obtenidos con un tratamiento parcial del sedimento sean suficientes.

Este sistema de combinación de dos formas de muestreo presenta una serie de ventajas: una es la flexibilidad, ya que se adapta a todo tipo de yacimientos y a las características específicas de cada estrato o nivel. De esta manera cada estrato se trata de una manera individualizada aunque siguiendo unas pautas comunes. Otra ventaja es que, por un lado, aplica un muestreo *extensivo*, ya que se recoge un amplio abanico de muestras que pueden reflejar diversas actividades y tipo de deposiciones, mientras que al mismo tiempo en casos precisos se pone en práctica un muestreo *intensivo* sobre un contexto rico en restos.

Uno de los aspectos que puede variar según los yacimientos, la zona o la estructura que se esté muestreando es la cantidad de restos considerados representativos para decidir si un test es positivo o no. La riqueza de los sedimentos, la cantidad de información disponible y la problemática a resolver darán el baremo que permita decidir la cantidad mínima.

No obstante, la aplicación de este sistema implica generalmente la presencia de una persona dedicada a la recogida y tratamiento de las muestras en el yacimiento, además de una infraestructura básica (por ejemplo, una máquina de flotación que permita tratar un volumen elevado de sedimento).

Aun así, en algunos casos puede que sea imposible llevar a cabo un muestreo de este tipo, por lo que un criterio de mínimos sería: recoger muestras sistemáticamente en todos los estratos que presenten

carbones a simple vista (por pequeños que sean) y en niveles de cenizas. Sobre todo el muestreo debería centrarse en aquellos estratos y estructuras que puedan ofrecer información sobre las actividades relacionadas con la manipulación de productos vegetales. Pero también es conveniente muestrear otras de manera sistemática (es decir *siempre*), como son: el interior y las zonas adyacentes de las estructuras de combustión, de los recipientes, de las estructuras de almacenamiento, de las estructuras de molienda, el interior de cualquier tipo de fosa, los estratos de destrucción (sobretudo los asociados a un incendio), los vinculados a estructuras y/o artefactos construidos en madera u otros materiales vegetales (encañizados, esteras), cualquier concentración de carbones y/o carporrestos o los contextos de incineración y los fuegos rituales.

Independientemente del tipo de muestreo que se utilice, tanto si la muestra es estimativa como si no, sobre un plano espacial una misma unidad estratigráfica puede ser recogida de diversa manera:

- *muestras dispersas*: se recoge el sedimento de forma dispersa por toda la unidad estratigráfica o nivel, tanto en su extensión como en su potencia, de manera que la muestra sea representativa del conjunto. Se utiliza generalmente en el muestreo de rellenos o niveles de suelo. La totalidad de las muestras-test pertenecen a este tipo.
- *muestras concentradas*: es el muestreo del sedimento que contiene una concentración de restos carbonizados dentro de un nivel concreto. No representaría todo el estrato sino un hecho puntual, que por otro lado, no tiene bastante entidad como para ser considerado como una unidad estratigráfica propia. Puede tratarse, por ejemplo, de una mancha de carbones en un pavimento.
- *muestras aisladas*: son restos que se encuentran de manera aislada, como por ejemplo frutos de tamaño suficiente que permite verlos a simple vista (como las bellotas o los huesos de melocotón) o carbones de gran tamaño. Suelen ser recogidos directamente por el excavador.
- *muestras totales*: se recoge la totalidad del sedimento, generalmente, como hemos visto, en unidades estratigráficas que pertenecen o están en relación con estructuras o artefactos.

En la mayoría de yacimientos que aplican una recogida de muestras sistemática, las muestras más corrientes son las dispersas, y el porcentaje de muestras totales varía según la cantidad de estructuras y/o artefactos localizados en el yacimiento.

A nivel metodológico e interpretativo, en ocasiones puede ser interesante recoger las muestras después de cuadrangular la extensión del estrato con el objeti-

vo de reconocer concentraciones de material u organizaciones concretas de éste, que no son observables a simple vista.

La importancia de documentar el tipo de muestra viene dada, sobretudo, por la implicación que tiene en el momento de interpretar los datos proporcionados por los restos. Un conjunto de material disperso por un suelo se ha de interpretar de diferente manera que otro en relación con una estructura de combustión o acumulado como basura en un espacio abierto.

Por otro lado, es muy difícil conocer el volumen óptimo de muestra que permita realizar un muestreo con la seguridad de recuperar el mayor número de restos. La experimentación en algunos yacimientos demuestra que un volumen constante no refleja la realidad de cada muestra, mientras que la valoración de los resultados de un test en cada una de ellas permite actuar según sus características (Alonso 1999, 56–57). De todas formas, si es imposible realizar este tipo de muestreo estimativo unas pautas generales a seguir son las siguientes:

- estratos ricos en materia orgánica (suelos, relleños): un mínimo de 100 litros (10 cubos);
- estratos pertenecientes a estructuras (fosas, agujeros de poste), estratos de destrucción por fuego o niveles en relación con la producción, almacenamiento o manipulación de productos vegetales (*vid. supra*): la totalidad del sedimento o un mínimo de 100 litros si tienen gran potencia;
- cualquier concentración de carbones y/o semillas y frutos: la totalidad del sedimento;
- contextos de incineración y/o fuegos rituales: la totalidad del sedimento.
- en los niveles de derrumbe con incendio es muy importante la delimitación de cada uno de los postes, vigas y demás macrorrestos para efectuar una recogida individual de cada uno de ellos. El resto de sedimento se recoge en su totalidad.

EL TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE MACRORRESTOS

Por tratamiento de las muestras se entiende el proceso a que se las somete con el objetivo de recuperar los restos arqueobotánicos que contienen, y para conseguirlo se pueden utilizar diversos métodos. De la misma manera que sucede en la recogida de muestras, la elección de un método u otro depende del contexto general de la excavación, y en cierta medida también del sistema de muestreo utilizado. Diversos trabajos de síntesis y de experimentación han sido publicados (Marinval 1986; Wagner 1988; Buxó 1990, 1991, 1997, 33–35; Ro-

dríguez-Ariza, 1993; Alonso 1999, 57–65). Algunos de los métodos más comunes son:

– *Recuperación directa en la excavación*: se puede realizar de manera puntual, con el instrumental adecuado, sobre todo con restos muy frágiles que necesitan una conservación *in situ*. En los niveles de incendio es necesario que excavemos los carbones para su delimitación espacial y diferenciación de los diferentes elementos de construcción (postes, vigas, etc.), utensilios (recipientes, herramientas) o leña.

– *Tamizado en seco en el yacimiento*: como el que se utiliza para recuperar pequeños objetos. Proporciona resultados muy parciales, ya que no permite recuperar los restos de pequeño tamaño, que pasan a través de los tamices a causa del elevado tamaño de luz de malla que se utiliza normalmente. Además los restos recuperados pueden quedar muy maltrechos a causa de la fricción con piedras u otros restos presentes en el tamiz o con la misma malla.

– *Selección en el laboratorio del sedimento seco*: éste sería el mejor método en cuanto a la conservación de los restos ya que no sufren ningún tipo de manipulación. Sin embargo presenta diversas desventajas, como que los restos de pequeño tamaño son muy difíciles de individualizar a causa del sedimento que los esconde o que se seleccionan en una sola vez los restos de todos los tamaños, cosa que dificulta y hace más pesada la selección.

– *Cribado con agua en columna de tamices*: los tratamientos con agua, éste y los dos siguientes (Fig. 1), se presentan como los métodos más propicios (Zeist/Palfenier 1979, 268–271; Marinval 1986; Buxó 1990, 1997, 33–35, 52–60; Alonso 1999, 58–59). El tamizado en columna permite recuperar todos los restos que contiene la muestra, pero presenta el inconveniente de ser un poco violento, por lo que se recomienda humidificar el sedimento previamente. Por otro lado, implica una ralentización de la selección posterior, ya que en la criba queda atrapado todo tipo de material (piedras, raíces, etc.), que es necesario repasar. No es rentable en yacimientos que se excavan en extensión, donde se manipulan grandes cantidades de sedimento (Buxó 1997, 53; Alonso, 1999 61–62). Es el apropiado para muestras menores o iguales a 20 litros y por tanto es el más utilizado para el tratamiento de muestras-test.

– *Flotación manual*: el método de flotación se basa en la particularidad de que el material carbonizado es menos denso que el agua y por tanto flota. De esta manera, se sumerge el sedimento en agua y se recuperan los restos que flotan. Es un método rápido y facilita la selección posterior. Es rentable para

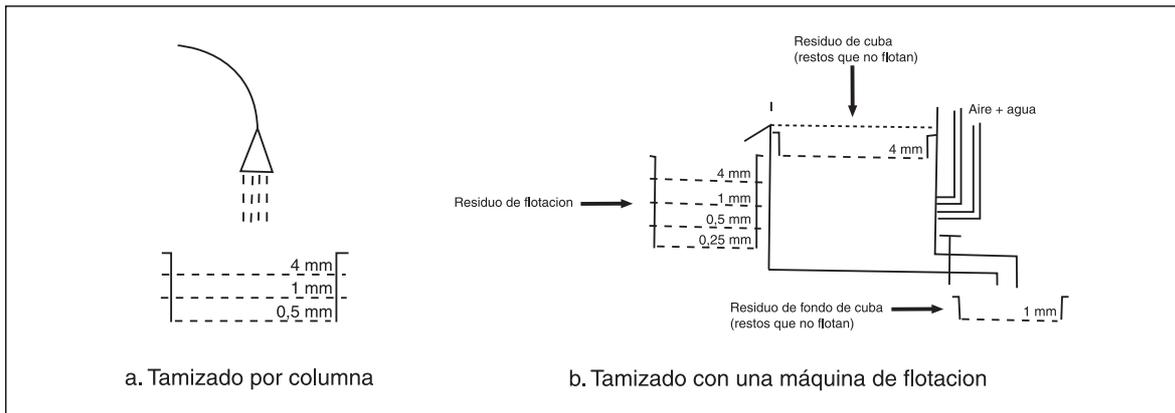


Figura 1

volúmenes de sedimento reducidos, pero no para grandes cantidades de tierra, para las cuales la remoción del sedimento es difícil e impide que floten algunos taxones de fracción mayor.

– *Flotación asistida por máquina de flotación*: se basa en el mismo principio que la flotación manual, pero utiliza una cuba y un sistema de remoción que permite tratar grandes volúmenes de sedimento, con lo cual se convierte en el sistema más recomendable. Se utiliza un tamiz interior, donde se echa el sedimento, y una columna de tamices exterior; además, se puede recuperar el residuo depositado en el fondo de la cuba poniendo un tamiz en la evacuación. Se recuperan así además de los materiales que flotan (fracción ligera), otros que no (fracción pesada), cosa que la hace doblemente práctica (Fig. 1). Existen diversos tipos de máquinas de flotación (Fig. 2), según utilicen remoción de aire o no y otras características, pero todas funcionan a partir del mismo principio (Alonso 1999, 60-61).

Sea cual fuere el método de tamizado utilizado, es muy importante el tipo de criba que se utilice. Se pueden usar de diversos tamaños de luz de malla, lo

Figura 2



cual tiene una incidencia directa en el tamaño de los macrorrestos que se recuperarán y, por lo tanto, en la representación de los diversos restos, así como de los géneros o las especies, que corresponden por medida, sobretodo los de pequeñas dimensiones.

Se recomienda la utilización de cribas de diversas medidas en un mismo lavado, al menos de 5, 2/1 y 0,5 mm de luz de malla. La utilización de una malla interior de 5 mm permite que los restos más grandes y pesados (fragmentos cerámicos, huesos y piedras) queden separados de los restos más pequeños y frágiles que podrían estropearse por la acción de fricción o chafado durante el proceso.

En las diferentes fracciones de malla los macrorrestos arqueobotánicos quedan seleccionados por tamaños, lo que permite prever una primera clasificación:

- 5 mm: restos de gran tamaño, carbones y algunos frutos o huesos de frutales;
 - 2 o 1 mm: restos entre 2/1 y 5 mm, generalmente cereales, leguminosas y algunos huesos de frutales pequeños o plantas silvestres;
 - 0,5 mm: restos entre 0,5 y 2/1 mm, pertenecientes normalmente a plantas adventicias y ruderales.
- La utilización de este tamiz es muy importante para poder realizar una correcta interpretación carpológica.

En algunos casos precisos se puede añadir, además, una criba con luz de malla de 0,25 mm para recuperar semillas, sobre todo silvestres, todavía de menor tamaño.

Por otro lado, es indispensable que antes de proceder al tratamiento se calculen y anoten los litros de sedimento que se van a tratar por muestra (por ejemplo, con un cubo graduado).

Una vez “lavado” el sedimento de una muestra, su tratamiento implica continuar dejándola secar, pre-

ferentemente a la sombra, y seleccionar los restos susceptibles de estudio, ya sean carbones, semillas, microfauna, malacofauna o ictiofauna. Esta selección se realiza a simple vista en los residuos procedentes de la criba de 5 mm, también a simple vista o con una lupa de aumento en los de 2-1 mm, y con una lupa binocular en los de 0,5 mm.

Generalmente, si la muestra ha sido tratada por flotación, la relación entre el tiempo dedicado y los resultados obtenidos es positiva, aunque el esfuerzo sea igualmente importante. Esto es debido al hecho de que se ha eliminado todo el material que no ha flotado y solamente quedan como residuos los carbones de madera, las semillas y caracoles, así como algunas raíces, dependiendo de la muestra. En cambio, en las muestras tratadas con el sistema de columna de tamices el volumen a seleccionar puede ser muy elevado (depende en parte de la naturaleza del sedimento) y también comparativamente más pobre en resultados.

LA RECOGIDA DE MUESTRAS Y EL TRATAMIENTO DE LOS MICRORRESTOS

Para la realización de un muestreo eficaz en el estudio de microrrestos vegetales se tienen que tener en cuenta ciertas normas generales (Juan Tresserras 1997; Juan Tresserras *et alii* 1996; Pini-lla *et alii* 1997; Piperno 1988; Procopiou *et alii* 2002). Se recomienda utilizar contenedores estériles que no puedan contaminar la muestra y evitar al máximo el contacto directo con las manos. Se recomienda el envase de cristal, o como substitutivo el papel de aluminio, para su conservación y transporte al laboratorio. En el caso de envases plásticos no deben tener ftalatos (PVC). No se pueden emplear bolsas de papel o cartón, dado que las fibras o residuos presentes en ellas pueden contaminar la muestra. Del mismo modo se tiene que evitar el uso de algodón o fibras similares usadas como protectores, especialmente en contacto directo con el objeto de estudio, para su traslado al laboratorio y/o su almacenamiento. Es aconsejable colocar las muestras en un lugar fresco y seco y con un envoltorio rígido. En relación con el etiquetado, se recomienda la señalización externa del envoltorio con rotulador permanente; se debe evitar cualquier tipo de etiquetaje directo y sigla en contacto con el material a analizar. En el caso de muestras de instrumentos, el material no se ha de lavar y en la recogida se debe procurar que conserve restos de sedimento adheridos. La identificación del material se debe realizar de forma externa.

Tras estas consideraciones, la estrategia de muestreo puede presentar ciertas variaciones. En este sentido podemos diferenciar:

Sedimentos

En esta categoría se engloban las muestras de sedimento procedentes de las columnas estratigráficas, áreas de actividad, estructuras de combustión, depósitos, balsas, letrinas, enterramientos, etc., siendo necesario recuperar unos 50 gr. Es necesario realizar una limpieza previa del instrumento utilizado para el muestreo, por cada toma, para no introducir partículas exógenas. En el caso de muestreos para compuestos orgánicos es preciso limpiar el instrumento con disolventes orgánicos (Procopiou *et alii* 2002; Sánchez/Cañabate 1998).

Inclusiones en materiales

El empleo de productos y subproductos vegetales como inclusiones en material constructivo (tapial, adobes, torchis, etc.) y cerámicas puede identificarse mediante el análisis de las improntas o de los residuos de las propias inclusiones (Juan Tresserras 1999).

Instrumentos

Si la muestra a estudiar corresponde a un instrumento elaborado en material lúneo, lítico, óseo, cerámico o metálico, es indispensable no lavar la pieza ni manipularla. Es aconsejable que los elementos se coloquen de forma individualizada en contenedores estériles, identificando el material de forma externa y tomando siempre una o varias muestras de control del sedimento en contacto (Juan Tresserras 2000b). El uso de guantes tratados con almidón (por ejemplo los guantes domésticos de plástico) puede contaminar la muestra.

– *Material lítico*: la metodología para el muestreo de este tipo de instrumentos se diferencia según se trate de material microlítico o macrolítico.

En el caso de material microlítico se puede proceder a la observación directa de la pieza mediante el uso de un microscopio (generalmente a partir de x400). Por lo general, este tipo de análisis está estrechamente relacionado con los estudios traceológicos, dado que engloban el estudio de los residuos, especialmente como consecuencia de un proceso laboral. En ocasiones, pueden aparecer asociados a estrías. En el caso de que se quiera proceder a la extracción del residuo puede hacerse directamente con un instrumento adecuado que no dañe la superficie del instrumento o se puede reali-

zar directamente a través de una inmersión del elemento objeto de estudio en agua destilada, en un recipiente colocado en un aparato de ultrasonidos. En el caso del material macrolítico, los estudios efectuados se han centrado especialmente en molinos y morteros y se realiza por extracción de los residuos incorporados en los intersticios de la superficie activa. El muestreo realizado es local, es decir, sobre una zona determinada de la superficie activa, por lo que es compatible el uso de la misma pieza para el estudio traceológico (Juan Tresserras 2000d; Juan Tresserras *et alii* 1996; Procopiou *et alii* 2002).

– *Cerámicas*: en este tipo de artefactos diferenciaremos el tipo de muestreo según si el residuo conservado está carbonizado o no (Juan Tresserras 2000b). En el caso de material carbonizado se recomienda embalarlo de forma lo más segura posible para su traslado al laboratorio. Suele ser frecuente en el caso de bases de cerámica de cocina. Respecto a otros residuos de contenidos de recipientes, éstos se conservan especialmente en bases, paredes o incluso en el cuello, dejando marcas del nivel relleno.

Restos humanos y animales

Este tipo de muestras engloba dos grandes grupos: los inhumados y los incinerados (Juan Tresserras 1995).

Enterramientos de inhumación: los elementos estudiados procedentes de esta modalidad funeraria corresponden esencialmente al cálculo dental, a los fitolitos asociados a estrías dentarias y/o clavados en el esmalte y a los restos fecales.

– *Cálculo dental*: el muestreo debe efectuarse procurando no provocar ningún tipo de alteraciones en la superficie del esmalte que pudieran repercutir en otros estudios, como el análisis de las estrías dentarias. La extracción se realiza con instrumental de laboratorio, depositándose en un contenedor estéril de cristal o envuelto en papel de aluminio (Juan Tresserras *et alii* 1997; Lalueza *et alii* 1996).

– *Fitolitos asociados a estrías dentarias y/o clavados en el esmalte*: el muestreo del material dentario utilizado para este tipo de análisis está totalmente condicionado al estudio de las estrías dentarias. La observación del esmalte dentario por microscopía electrónica de barrido revela, en algunos casos, diferentes restos asociados directamente a la formación de una estría, entre los que son frecuentes los sílicofitolitos. Este tipo de fitolitos, en algunas ocasiones, incluso aparecen clavados en el esmalte (Lalueza *et alii* 1994, 1996).

– *Restos fecales*: las deposiciones fecales post-mortem se detectan en enterramientos en los que transcurre poco tiempo entre la muerte y la deposición del cadáver, especialmente en zonas áridas. Por otro lado, en algunas ocasiones los restos fecales humanos y animales pueden aparecer concentrados en áreas de defecación comunales o incorporados en estructuras de combustión. Las muestras deben recuperarse y colocarse en contenedores individualizados y rígidos que contribuyan a su preservación. En el caso de cuerpos preservados por condiciones especiales, la extracción de los contenidos estomacales e intestinales ha de causar el menor efecto en los cuerpos contenedores. Por otro lado, la toma de muestras de sedimento de la zona que ocuparía la cavidad abdominal (desde las vértebras lumbares hasta la pelvis) y el área inferior coxal supone otros elementos potenciales, dado que se pueden preservar restos de alimentos consumidos, recuperándose en este tipo de casos la totalidad del sedimento, que se trata como tal.

– *Sedimento en torno al cadáver*: el muestreo de sedimento en torno al cadáver puede aportar información sobre el ritual y sobre las posibles ofrendas que componían el ajuar.

Enterramientos de incineración: las muestras procedentes de enterramientos de cremación presentan una problemática especial vinculada con el tratamiento previo y la exposición al fuego de los cadáveres. Las urnas cinerarias constituyen los elementos objeto de estudio. En el caso de las piezas dentales, el fuego incide sobre el esmalte presentando alteraciones y, por lo general, desprendimiento del cálculo dental. Las cenizas suelen ofrecer una información sobre el combustible empleado para las piras rituales.

La metodología empleada para la identificación de residuos se centra en el estudio combinado de diferentes técnicas que se aplican según las características del residuo: para restos visibles microscópicamente se efectúa la observación microscópica combinada en lupa binocular, microscopía óptica con nícoles cruzados y microscopía electrónica de barrido con microanalizador de rayos X (EDS) incorporado; mientras que para los compuestos orgánicos de origen vegetal se aplica la técnica combinada de cromatografía de gases/espectrometría de masas, la espectroscopía de infrarrojos transformada de Fourier o la cromatografía líquida de alta presión. Los trabajos de arqueología experimental y el estudio de materiales etnográficos han sido decisivos para la obtención de muestras-patrón que han servido para caracterizar determinados productos en yacimientos arqueológicos.

Yacimiento
 Localización

Ficha de MUESTRAS

Página

N° Registro Sector Hecho Fase Cronología relativa Cronología absoluta Año

UE Cuadro

Recogida y tratamiento test positivo negativo nulo sobre el terreno nº litros

Muestra dirigida a:			Forma de recogida:		Malla	Col.	Flot.	Man.
antracología	<input type="checkbox"/>	malacología <input type="checkbox"/>	aleatoria	<input type="checkbox"/>	5 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
carpología	<input type="checkbox"/>	fassa <input type="checkbox"/>	agrupada	<input type="checkbox"/>	4 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
palinología	<input type="checkbox"/>	sedimentología <input type="checkbox"/>	aislada	<input type="checkbox"/>	1 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ictiofauna	<input type="checkbox"/>	microfassa <input type="checkbox"/>	total	<input type="checkbox"/>	0.5 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					0.25 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(precisar en observaciones)

Observaciones

Descripción depósito:
 concentrado
 disperso

Tipo de estructura/UE

Horno Agujero de poste Nivel de ocupación Otros

Hogar Estructura de molineta Nivel de construcción

Fosa Recipiente Nivel de destrucción

Descripción

Selección de los restos

Vol. residuo		Tipo de restos				Vol. selecc.			
5 mm	4 mm	5/4	1	0.5	0.25	5/4	1	0.5	0.25
<input type="text"/>	<input type="text"/>	antracológicos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	malacofauna	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	carpológicos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	metalúrgicos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	ictiofauna	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	cerámicos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	microfauna	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	líticos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	macrofauna	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	textiles	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	avifauna	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	otros	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

0. Ausencia 1. Muy poco abundante 2. Poco abundante 3. Abundante 4. Muy abundante

Observaciones y croquis

Figura 3

UN EJEMPLO DE FICHA PARA LA RECOGIDA DE MUESTRAS ARQUEOBOTÁNICAS

La ficha de recogida de muestras que se presenta en este apartado (Fig. 3) es un ejemplo que reúne la información mínima indispensable para situar la muestra en su contexto arqueológico, de recogida y de tratamiento. Es imprescindible que los datos sean consignados por la persona (o las personas, si son varias) que han realizado las distintas etapas desde su recogida en el terreno hasta su selección y el almacenaje de los restos. Como podrá observarse, se ha utilizado una terminología tipo que no tiene por qué coincidir con la empleada en todas las intervenciones arqueológicas; en cada caso, se utilizará la terminología que convenga. Sin embargo, como vamos a explicar a continuación, existen una serie de datos que deben contemplarse *siempre*.

El primer bloque de la ficha hace referencia a los datos sobre la localización o el contexto arqueológico de la muestra: su ubicación geográfica (nombre del yacimiento y localización), arqueológica (número de registro de la muestra y/o número de unidad estratigráfica –UE–, número de sector y/o cuadro y, si se utiliza, número de hecho –o estructura o complejo estructural–) y cronológica (año de recogida de la muestra, fase cronológica, cronología relativa y cronología absoluta). La importancia de este apartado radica en poder situar la muestra en el espacio y en el tiempo.

En el segundo bloque se presentan los datos relativos a la recogida y al tratamiento de la muestra. Deberá especificarse para qué disciplina/–s se ha recogido la muestra (antracología, carpología, fitolitos, palinología, y además se pueden añadir las distintas disciplinas arqueozoológicas y geomorfológicas), su forma de recogida (dispersa, concentrada, aislada o total) y qué tratamiento se ha utilizado (columna, flotación manual o con máquina y las mallas de los tamices empleados). En este apartado es imprescindible anotar el volumen de la muestra, generalmente expresado en litros, y que se calcula con un cubo graduado (1 cubo lleno equivale a 10 litros). En el caso de que se trate de una muestra estimativa o muestra–test, se anotará si el test es positivo, negativo o nulo. De igual forma, se especificará si la muestra se ha recogido directamente sobre el terreno, pues ello supone generalmente que no ha sido objeto de ningún tratamiento. Finalmente, se precisará si el depósito es concentrado (si se percibe una organización espacial de los restos) o disperso. Se puede disponer de un pequeño apartado de observaciones para consignar posibles incidencias en el muestreo.

El tercer bloque contempla la descripción del contexto arqueológico donde se ha recogido la muestra. Se proponen algunos de los contextos más corrientes donde se suelen recoger muestras pero

existen muchos otros. En la descripción se intentará precisar las características de la estructura o UE más relevantes para la comprensión de la muestra, pensando sobre todo que probablemente las personas que estudien los distintos restos arqueobotánicos (o de cualquier otro tipo) no han participado directamente en la excavación.

El cuarto bloque está destinado a la selección de los restos y en él se anotarán los distintos materiales que han sido documentados para cada fracción, precisando su abundancia. Asimismo, se especificará el volumen del residuo que se ha obtenido después del tratamiento del sedimento para cada fracción, así como el que ha sido seleccionado si se ha realizado eventualmente un submuestreo y es diferente del inicial. En yacimientos donde se documentan medios húmedos (ya sean estructuras como pozos, ya sean estratos que están bajo la capa freática) o para aquellos materiales que no necesitan la carbonización para conservarse (por ejemplo, los huesos) se puede añadir una casilla para especificar si los restos están quemados o no. Finalmente, se destina un apartado para eventuales observaciones y croquis.

Es imprescindible que todos estos apartados estén bien cumplimentados, pues la información que se consigna es crucial para el posterior estudio e interpretación de los datos proporcionados por la muestra, especialmente para aquellos investigadores e investigadoras que no han participado en la excavación.

LA INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ARQUEOBOTÁNICOS

La recogida de muestras arqueobotánicas tiene por objetivo principal obtener información sobre el uso y la manipulación de los productos vegetales por parte de las sociedades humanas. Así, los temas de análisis más recurrentes se relacionan con ciertos tipos de actividades o prácticas económicas, generalmente dentro del ámbito doméstico pero también fuera de él, como son la obtención de alimentos (tanto para las personas como para el ganado) y de materias primas vegetales (con fines múltiples como la construcción, la fabricación de utensilios y enseres, la obtención de combustible, etc.) o el intercambio/comercio de productos vegetales, por poner algunos de los ejemplos más corrientes. A su vez, también se pueden relacionar con otros tipos de actividades o prácticas sociales que conlleven la utilización de plantas, como pueden ser las prácticas rituales o funerarias. Finalmente, se caracteriza el medio vegetal antiguo y se buscan las relaciones establecidas entre éste y los seres humanos. Estas problemáticas se suelen analizar bajo dos enfoques distintos: uno sincrónico, desde la perspectiva de

observar las relaciones entre el medio vegetal y las distintas sociedades humanas que conviven de forma contemporánea, y otro diacrónico, desde la perspectiva de la propia historia de las plantas observando los cambios acaecidos a lo largo del tiempo en la gestión de los recursos vegetales.

No obstante, se debe ser cauteloso a la hora de realizar interpretaciones con los datos arqueobotánicos, pues existen ciertas limitaciones muy importantes. En primer lugar, debe quedar muy claro que la población de restos arqueobotánicos documentados en un yacimiento no refleja la población real de especies vegetales que una vez estuvieron presentes en dicho yacimiento, si no únicamente los restos de aquellas plantas que se han conservado (Veen/Fieller 1982, 296; Popper 1988, 60; Jones 1991a, 63; Jones 1991b, 58; Buxó 1997, 69; Alonso 1999, 66). Esto provoca que la interpretación del uso real de aquellas plantas sea muy difícil, especialmente en el caso de los macrorrestos vegetales. Esta dificultad, casi se podría decir imposibilidad, de restituir completamente la cantidad y la utilidad de las plantas del pasado, lleva a los investigadores a elegir y a utilizar distintos métodos cuantitativos con la esperanza de que los restos arqueobotánicos conservados lleguen a formar un patrón de conducta reconocible que permita determinar algún tipo de actividad humana asociada a la manipulación de productos vegetales. En ocasiones, la elección o la utilización de estas medidas cuantitativas es totalmente errónea y puede llevar a falsas conclusiones. En segundo lugar, se debe ser consciente de la diferencia existente entre la *descripción* (contar cosas) y la *interpretación* (establecer la importancia). Existen diversos tipos de medidas que son adecuadas para la descripción de los restos vegetales con la finalidad de sentar una base para la inferencia del comportamiento humano pasado, pero estas mismas medidas pueden no serlo para hacer y explicar realmente esta inferencia. De esta manera, las cuantificaciones absolutas, los análisis de presencia/ausencia, las escalas de abundancia o los análisis de diversidad son algunas de las medidas más comunes utilizadas en la descripción de los restos vegetales.

Por otro lado, dentro del plano interpretativo, los investigadores coinciden en afirmar que existen dos aproximaciones básicas a la analítica estadística que G. Jones (1991a, 70) denomina *investigación de pautas* y *análisis de problemáticas dirigidas*. La primera aproximación empieza con la contabilización de taxones individuales y, a través del uso de técnicas estadísticas para identificar pautas vinculadas a su composición botánica, pasa a la interpretación en términos de relevancia ecológica o de comportamiento. Esta aproximación es inductiva y no predetermina las hipótesis de investigación, per-

mitiendo así que pautas no esperadas emerjan y se creen interpretaciones no previstas. Sin embargo, al contar sólo taxones individuales, no se tienen en cuenta factores como la densidad de restos vegetales o los efectos que la preservación y la distorsión pueden provocar en los restos impidiendo su determinación específica. Además, se cree que es una aproximación poco probable en su estado puro porque los investigadores siempre tienen más o menos preguntas en mente que van a influir en la interpretación de los datos. Las técnicas estadísticas que se utilizan con este tipo de aproximación son: los análisis de agrupaciones (*cluster*), los análisis de gradiente indirecto o los coeficientes de correlación.

La segunda aproximación comienza con una o varias preguntas que van a ser investigadas y utiliza los datos para confrontarlas. En este caso los taxones son ordenados en categorías, a partir de su significación ecológica o funcional. La principal ventaja de esta aproximación es que a través de esta ordenación se pueden llegar a reconocer asociaciones fiables. Sus límites se hallan en que si las preguntas no están bien formuladas, las respuestas serán incorrectas. Las técnicas estadísticas más empleadas en esta aproximación son los análisis de regresión, los análisis de varianza y los T-test. Además, en función de si los datos tienen o no una ordenación canónica, también se pueden utilizar análisis de correspondencias, análisis de redundancia o análisis discriminantes. Los análisis de componentes principales se contemplan igualmente en este grupo.

En general, con la finalidad de resolver los inconvenientes y de aprovechar las ventajas de cada aproximación, se propone una solución intermedia y complementaria que consiste en seleccionar o crear variables apropiadas a una cuestión particular y usar estas variables en la investigación de pautas (Jones 1991a, 70-71).

Finalmente, queremos señalar también la existencia de otras cuestiones a tener en cuenta durante la selección de estos análisis cuantitativos interpretativos (Popper 1988, 53; Jones 1991a, 72). En primer lugar, se debe partir de la premisa de que las muestras fueron tomadas de forma aleatoria. En principio, las muestras recogidas de forma dirigida no son válidas estadísticamente, pues en su origen existen ya una presunción de contextos favorables y unos objetivos de investigación predeterminados. En segundo lugar, se debe ser consciente de que la elección de las técnicas estadísticas dependerá de muchos factores, entre los que destacan las propias características de los datos, los objetivos de la investigación y el número de variables que se pretenda analizar simultáneamente, pues no todas las técnicas son igual de eficaces para cada caso. De esta forma, la validez o la fiabilidad de las interpretaciones que se

que aquí presentamos, tiene una secuencia desde el Bronce final a Época Romana. En los niveles del Bronce final la vegetación puesta en evidencia por el antracoanálisis nos habla de un medio donde la vegetación natural es la predominante, con un encinar donde la encina (*Quercus ilex*) es la especie mejor representada junto a una importante presencia (10%) de lentiscos (*Pistacia lentiscus*), lo que denota un clima relativamente suave. El sotobosque aparece bien representado con especies como las leguminosas arbustivas (*Leguminosae*), las jaras (*Cistus* sp.), los romeros (*Rosmarinus officinalis*) y la retama (*Retama* sp.). Como representante de la ripisilva sólo aparecen los taray (*Tamarix* sp.) y un fragmento de sauce (*Salix* sp.), indicando que la recogida de leña se realiza en un entorno más o menos inmediato, pues el arroyo del Salado está un tanto alejado.

En el período Protoibérico hay un fuerte aumento de la presencia de la retamas, acompañado de una disminución de la presencia de los lentiscos (1%) y la aparición de árboles cultivados como el almendro y la vid. Esto hace que podamos pensar que en este momento se produce la introducción de la arboricultura. Para el cultivo de especies como las anteriormente citadas, almendro y vid, se realiza una desforestación de parte del bosque mediterráneo, aunque su transformación sea aún parcial y permita el desarrollo de la vegetación postforestal como las retamas. Es posible que los árboles frutales se siembren en los bordes o límites del bosque, iniciando en este momento la conquista de estos espacios hasta el momento no cultivados. La aparición de algunos fragmentos de salados (*Atriplex halimus*) indicaría este mismo fenómeno.

En época ibérica se produce un aumento de la representación de la encina en casi un 10%, lo que haría pensar de una forma simplista que la vegetación natural se ha recuperado, pero vemos que las especies de sotobosque mantienen su porcentaje e incluso disminuyen, llegando las retamas casi a desaparecer, y que aparecen especies nuevas como los pinos salgareño (*Pinus nigra*) y silvestre (*Pinus nigra sylvestris*), especies que no tendrían un desarrollo natural en el área cercana al yacimiento. Este hecho nos induce a pensar que los campos de cultivos nuevos, que la etapa anterior se habían abierto para el cultivo de árboles frutales, se han consolidado (aparecen el almendro y la vid con los mismos porcentajes) y que probablemente la recogida de leña se realice en un área mayor y más lejana, lo que permite la introducción de especies su-
pramediterráneas.

En época romana destaca sobre todo la aparición del olivo (21,38%) y la desaparición casi total de la

presencia de los almendros y vid, indicando que hay una introducción y reestructuración de los cultivos arbóreos. Hemos recuperado también huesos de aceituna, indicando que el cultivo del olivo se convierte en un producto preferencial y transformador del entorno, pues si bien la encina y los pinos salgareño y silvestre conservan sus porcentajes, desaparecen las especies de matorral como las jaras y romeros, que serían las que se recogerían más cerca, y aparecen los belchos (*Ephedra* sp.), especie que indica una fuerte antropización. Por tanto, estamos en el momento en que los campos de cultivo se han asentado perfectamente en el entorno más inmediato del yacimiento, transformando la vegetación natural y dejándola reducida a áreas marginales.

Este proceso de como la introducción de la arboricultura y de una agricultura más intensiva provocan cambios en los entornos de los yacimientos lo hemos documentado en otros yacimientos del sur peninsular. En *Acinipo* (Ronda, Málaga) (Rodríguez Ariza *et alii* 1992) la aparición en un momento protohistórico de especies como la higuera (*Ficus carica*) y la vid junto con la aparición de una importante cantidad de cereales, coincide con la disminución del quejigo (*Quercus faginea*), especie que ocupaba los fondos de valle, donde el terreno era más fértil, por lo que son los primeros lugares que se desforestan para la creación de campo de cultivo nuevos. En época ibérica el proceso sigue siendo el mismo aunque aparece también los almendros como árboles cultivados.

En el antracoanálisis de Fuente Amarga (Galera, Granada) (Rodríguez Ariza/Ruiz 1993), en una cota superior sobre el nivel del mar, con niveles del Bronce argárico e ibéricos, la antropización del medio es evidente en el segundo momento, ibérico, con una fuerte presencia de leguminosas arbustivas y la presencia de especies cultivadas como la vid y la higuera. En este asentamiento también aparecen especies como los pinos salgareño y silvestre en época ibérica que denotan una recogida de leña a larga distancia en este momento, frente a una recogida más cercana en el periodo argárico, por lo que se confirma que el entorno está muy antropizado.

Como quiera que no se trata de hacer aquí un inventario de todos los productos agrarios cultivados durante la etapa ibérica, sino sobre todos aquellos que pueden condicionar la construcción del paisaje no se puede cerrar este apartado sin citar el creciente papel que alcanzan a partir de la etapa ibérica los cultivos arbóreos: vid (*Vitis vinifera*.), almendro (*Prunus amygdalus*) y olivo (*Olea europaea*) en la estrategia agraria desarrollada por la cultura ibérica.

INTERPRETACIONES CARPOLÓGICAS

El estudio de los restos carpológicos está estrechamente vinculado con la gestión de los recursos vegetales por parte de las sociedades humanas en un ámbito básico para su supervivencia como es la alimentación. Esta no es la única aportación que pueden realizar estos estudios, pero sí la más relevante. Efectivamente, el consumo de productos vegetales por parte de personas y animales se documenta desde el Paleolítico. Sin embargo, el principal interés de la mayoría de investigadores e investigadoras se ha centrado tradicionalmente en los períodos posteriores, cuando se adopta un sistema económico productivo que se resume bajo el término de agricultura. La domesticación de las plantas (especialmente de los cereales, las leguminosas y numerosos frutales), su adopción y expansión, así como la caracterización de las prácticas agrícolas (i.e. siembra, cosecha o almacenaje) y culinarias (i.e. molienda, torrefacción o cocción), son algunos de los principales temas de investigación.

En el Mediterráneo occidental, y concretamente en la Península Ibérica, son numerosos los yacimientos al aire libre en medio seco que ofrecen información sobre este sujeto para los diversos períodos cronológicos. La bibliografía sobre estudios específicos de yacimientos y síntesis regionales es muy abundante y es imposible citarla toda en esta exposición, pero damos como ejemplos de estudios de diversos períodos y áreas peninsulares: Alonso 1999, 2000; Buxó 1997; Canal/Buxó 2002; Canal/Rovira 2000; Cubero 1994; Hopf 1987, 1991; López 1980; Peña Chocarro 1999; Pérez Jordà 1993; Pérez et alii 2000; Ramil et alii 1996; Rivera et alii 1988; Rovira 2000; Stika 1988; Zapata 1999.

De forma muy resumida, especialmente en el área mediterránea peninsular, las tendencias generales que se perciben en el consumo de productos vegetales son durante el Paleolítico y el Mesolítico el aprovechamiento de los recursos silvestres locales, como bellotas (*Quercus sp.*), zarzamoras (*Rubus fruticosus*), endrinas (*Prunus spinosa*), avellanas (*Corylus avellana*) o nueces (*Juglans regia*). A partir del Neolítico se documentan una serie de especies nuevas, especialmente de cereales como la cebada desnuda (*Hordeum vulgare var. nudum*), los trigos vestidos (*Triticum dicoccum* y *T. monococcum*) y los trigos desnudos (*Triticum aestivum/durum*) y de leguminosas como las lentejas (*Lens culinaris*), los guijos (*Lathyrus sativus/cicera*) o los guisantes (*Pisum sativum*), procedentes del Mediterráneo oriental. Durante la edad del Cobre y principios del Bronce no se aprecian cambios significativos en la composición general de los cultivos, si no es el destacado papel que juegan ahora las habas (*Vicia*

faba) y la explotación de frutales como la higuera (*Ficus carica*), el acebuche (*Olea europaea var. oleaster*) o la lambrusca (*Vitis vinifera ssp. sylvestris*). A partir del Bronce medio se produce la aparición de nuevas especies de cereales, como los mijos (*Panicum miliaceum* y *Setaria italica*) o la cebada vestida (*Hordeum vulgare var. vulgare*), que culminarán durante la edad del Hierro. En las distintas fases de este período, se estabilizan los cultivos de cereales (esencialmente de trigo desnudo y cebada vestida) y de leguminosas, y se introduce el cultivo de especies frutales como el olivo (*Olea europaea var. europaea*) y la vid (*Vitis vinifera ssp. vinifera*). En época romana, junto a las especies ya mencionadas se desarrolla el cultivo de otros cereales como la avena (*Avena sativa*) o el centeno (*Secale cereale*) y de otras leguminosas como las arvejas (*Vicia sativa*), sobre todo en relación con la alimentación del ganado, pero es el desarrollo de la arboricultura el hecho más destacado de este período. Así, llegan del Mediterráneo oriental productos como los nísperos (*Mespilus germanica*), los melocotones (*Prunus persica*), las granadas (*Punica granatum*), los dátiles (*Phoenix dactylifera*) o los piñones (*Pinus pinea*), que pasarán a formar parte junto con los cereales, las leguminosas y otros numerosos frutos de la dieta de las sociedades mediterráneas romanas. Finalmente, a lo largo de los distintos períodos que conforman la Edad Media se producirá el pleno desarrollo de los cultivos anteriormente mencionados, así como la llegada de nuevas especies tanto de Asia como del Nuevo Mundo.

A nivel metodológico y en relación con las prácticas agrícolas, distintos investigadores e investigadoras han realizado estudios etnobotánicos en diversas partes del mundo. Sus resultados son bien conocidos y han sentado las bases de la investigación arqueobotánica. Entre los más relevantes referentes a prácticas agrícolas se deben citar los de G. Hillman (1984) en Turquía; G. Jones (1984) en Grecia; F. Sigaut (1978, 1984) en Francia; y R. Buxó (1989), L. Peña-Chocarro (1992, 1999) y L. Zapata (1999) en distintas regiones de la Península Ibérica. Dentro del campo de la arqueología experimental también se encuentran varios trabajos que han sido capitales para la investigación arqueobotánica. Hay que destacar los de Reynolds (1988) en Inglaterra; G. Willcox y P. Anderson (1991) en el sudeste de Asia; G. Alcalde y R. Buxó (1992) en la Península Ibérica; o M. Nesbitt y D. Samuel (1995) en Egipto.

En el caso de los cereales, por ejemplo, la aproximación etnobotánica ha podido proporcionar unas pautas secuenciales de su procesado, así como los productos y los subproductos que se obtienen, su utilización y el resto de elementos (entre ellos la paja o las malas hierbas) que intervienen simultáneamen-

te en este procesado. Paralelamente, gracias a la aproximación experimental se han podido documentar, además de los restos que se producen, los gestos que se realizan en estas actividades así como las trazas que dejan en los útiles o instrumentos que se utilizan. La documentación de todos estos elementos en el registro arqueológico debería permitir su reconstitución.

INTERPRETACIONES DE MICRORRESTOS

La aplicación del estudio de microrrestos vegetales es muy amplia y depende de las necesidades interpretativas de cada contexto arqueológico.

En relación con la reconstrucción ambiental, los estudios combinados de pólenes y fitolitos pueden permitir la caracterización del paisaje. En el caso de la villa extraurbana bajoimperial de la Casa de *Hippolytus*, en *Complutum* (Alcalá de Henares, Madrid) se ha podido caracterizar un jardín orientalizante con palmeras, efedras o jazmines, que puede permitir su recreación.

Otro ejemplo a destacar es el caso de Acinipo o Ronda la Vieja, donde Garrido (1998) identificó un paleosuelo correspondiente a un nivel de cultivo de cereales a partir del estudio de los fitolitos.

En el caso de instrumentos, el estudio de las partículas adheridas puede permitir obtener información como la de los aglutinantes empleados en el Paleolítico superior para fijar dos varillas de hueso semicilíndricas tuberculadas de la Cueva Oscura (Ania), que correspondían a un preparado realizado con resina de pinácea.

La conservación de almidones y restos de las cubiertas de granos y semillas permite la identificación del producto procesado (Juan Tresserras *et alii* 1996). En el caso del poblado ibérico del Puig de la Nau se identificó el procesado de almortas en molinos rotatorios o de bellotas en el caso del asentamiento de la primera edad del Hierro del Barranc de Gàfols, lo que permite romper tópicos que asocian este tipo de utillaje únicamente al procesado de cereales (Juan Tresserras 2000).

En relación con las zonas de producción es posible por ejemplo caracterizar una instalación de producción de vino o de aceite a partir de los residuos identificados. Éste es por ejemplo el caso de tres yacimientos romanos en los que se analizaron zonas de prensado, áreas de trasiego y depósitos de fermentación: el centro productor de vino de El Moré (Sant Pol de Mar, Barcelona), las dos *domi* urbanas de *Baetulo* (Badalona, Barcelona) y la *cella vinaria* de *Barcino* (Barcelona). Además de microrrestos vegetales, se identificaron microrrestos como tartratos, levaduras, manojos de rafidios de

oxalato cálcico característicos de las hojas de vid y fibras de esparto (Beltrán de Heredia *et alii* 2003; Comas/Juan Tresserras 2002; Juan Tresserras 1998b). Las fibras textiles suelen conservarse especialmente en condiciones de humedad, como es el caso del poblado ibérico del Coll del Moro de Gandesa (Tarragona) donde se identificó una instalación de tratamiento de lino (Alonso/Juan Tresserras 1994).

Gracias a la aplicación de estos estudios se pudo caracterizar el empleo de indigotina, procedente del índigo o la hierba pastel, en un depósito de la zona industrial romana de la *fullonica* y *tinctoria* de *Barcino* (Beltrán de Heredia/Juan Tresserras 2000; Juan Tresserras 2000c).

Este tipo de análisis permite también caracterizar el contenido de silos con productos monoespecíficos, como es el caso de un silo ibérico del campo de silos de Les Grasses (Sant Feliu de Llobregat, Barcelona) que presentaba esqueletos silíceos de glumas de cebada vestida en la base del mismo que se ha interpretado como restos de su contenido original.

El estudio combinado de microrrestos vegetales a menudo puede contribuir a la identificación de contenidos de recipientes. Este es el caso de los residuos de cerveza, como los identificados en un vaso campaniforme del asentamiento minero de Loma de la Tejería en Albarracín (Teruel) o de las tinajas de almacenamiento del poblado del Bronce Final de Genó (Juan Tresserras 1998a, 2000a; Juan Tresserras *et alii* 1999). Se identificaron masas dominadas por los granos de almidón. Algunos granos presentan alteraciones de molido, así como evidencias del malteado. La germinación produce alteraciones características en los granos de almidón producto del ataque enzimático: la alteración de la superficie del grano que presenta hoyos, e incluso canales, producidos por las enzimas α -amilasa, pudiendo observar en algunos casos las *lamella* en los granos parcialmente digeridos. Por otro lado, la gelatinización del almidón, que aparece formando una película sólida en la que se pueden encontrar granos de almidón embebidos, indica que los cereales, o el producto de su procesado, fueron calentados estando húmedos, aunque el grado de calentamiento y nivel de humedad pueden ser variables. Las levaduras presentes son características del proceso de braceado y fermentación. La identificación de oxalato se efectuó mediante la aplicación del test de Feigl, aunque existen otras técnicas más precisas como son la espectrometría de infrarrojos transformada de Fourier o el método ión-cromatográfico rápido. Los restos de esqueletos silíceos de cebada (*Hordeum* sp.) localizados en el vaso puede sugerir que esta cerveza se elaborara con este cereal. Aunque no es posible distinguir entre cebadas desnudas

das y vestidas, si interpretamos los restos identificados como correspondientes a cebada producto de la molienda de los granos con cubiertas adheridas es probable que se tratara de cebada vestida (*Hordeum vulgare* var. *vulgare*).

Otro dato interesante es la concentración de diatomeas marinas en determinados contextos, como las instalaciones de salazones, que puede ser también un indicador para caracterizar la presencia de sal o de una solución salina. Esto ha sucedido con una ánfora tardorromana de la cella vinaria de Barcino, que supuestamente se empleó para aderezar el vino (Beltrán de Heredia *et alii* 2003; Juan Tresserras 1998b).

En relación con las preparaciones alimentarias podemos destacar tres yacimientos en especial. El caso de A Lagoa, donde se identificó el residuo carbonizado de un producto elaborado con hojas de Brassicaceae (caracterizadas por la conservación de fitolitos y restos de las hojas, así como por un esteroide característico de esta familia: el brassicosterol) y grasas animales (posiblemente de suidos), que apuntaba hacia una especie de "pote gallego" o "lacón con grelos" calcolítico. En la necrópolis de la primera edad del Hierro de Can Roqueta (Sabadell, Barcelona) se caracterizó una especie de guisado de ortigas en un recipiente que acompañaba al ajuar funerario, identificado por la conservación de tejido epidérmico con los pelos silicificados característicos de las ortigas, dañados por la cocción. En el poblado celtibérico de Segeda aparecieron restos de otro guiso similar pero en este caso realizado con borrajas, que también se caracteriza por una epidermis con pelos silicificados fácilmente identificables.

Y sobre los indicadores directos de la dieta, sirva

como ejemplo un individuo de la necrópolis andalusí de Mas del Torril en La Sènia (Tarragona) que conserva en su cálculo dental fitolitos y almidones de arroz, fijando el consumo de este producto en la zona del Delta del Ebro entorno al siglo x-xi. Aunque claro, no es posible precisar si se cultivaba en la zona o si llegó como producto externo.

CONCLUSIONES

Como apuntes finales a esta exposición, solamente queremos mencionar algunos de los aspectos que nos parecen básicos en la recogida de muestras de yacimientos al aire libre y en medio seco, pero que pueden ser aplicables a todo tipo de muestreo y a todo tipo de yacimiento arqueológico:

- Es necesario fijar las estrategias de muestreo en el proceso de planificación de la excavación, modificándolas y adaptándolas según el curso de la misma, siempre que se haga de forma rigurosa y sistemática.
- Es recomendable que un/-a arqueobotánico/-a supervise personalmente las diversas etapas de la intervención.
- Se debe ser consciente de que la metodología utilizada tanto en la excavación como en la recogida de muestras, en el tratamiento y en la cuantificación de los restos vegetales van a determinar las interpretaciones resultantes.
- Es preciso tomar medidas para la conservación de los restos arqueobotánicos una vez han sido estudiados y son depositados (cuando se hace) en los almacenes de materiales de las autoridades competentes.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDE, G., BUXÓ, R. 1991, Experimentació d'emmagatzematge i explotació de *Triticum dicoccon* Sch. a la vall del Llierca (la Garrotxa), *Cypsela*, IX, 87–94.

ALONSO, N. 1999, *De la llavor a la farina. Els processos agrícoles protohistòrics a la Catalunya Occidental*, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, 4, CNRS, Lattes.

ALONSO, N. 2000, La agricultura de la primera edad del Hierro y de la época ibérica en el llano occidental catalán: problemática y nuevas aportaciones, in Buxó, Pons (dir.), *Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'edat del Ferro de l'Europa occidental: de la producció al consum*, Actes del XXII Col·loqui Internacional per a l'Estudi de l'Edat del Ferro, Sèrie Monogràfica, 18, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Girona, 127–138.

ALONSO-JUAN TRESSERRAS, J. 1994, Anexo. Fibras de lino en las piletas del poblado ibérico del Coll del Moro (Gandesa, Terra Alta): estudio paleoetnobotánico, *Trabajos de Prehistoria* 51, 2, , 137–142.

BELTRAN DE HEREDIA, J., JUAN TRESSERRAS, J. 2000, Nuevas aportaciones para el estudio de las fullonicae y tinctoriae en el mundo romano. Resultados de las investigaciones arqueológicas y arqueométricas en las instalaciones de la colonia de Barcino (Barcelona, España), in Cardon, D., Feugère, M. (dir.), *Archéologie des textiles. Des origines au Ve siècle*, Actes du Colloque de Lattes–Octubre 1999, ed. Monique Mergoil, Montagnac.

BELTRAN DE HEREDIA, J., COMAS, M., GURRI, E., JUAN TRESSERRAS, J. 2003, Nuevas aportaciones sobre la producción de vino en la Layetania romana: instalaciones vinícolas y análisis de residuos, *III Simposio de la Asociación Internacional de Historia y Civilización de la Vid y el Vino*, Centro de Estudios del Atlántico, Funchal, Madeira.

BUXÓ, R. 1989, La presence de l'épautre (*Triticum spelta* L.) dans l'alimentation en Espagne: les temps anciens et les temps modernes, in Devroey, J.P., van Mol, J.J., *L'épautre (Triticum spelta). Histoire et ethnology*, U.B.L., ed. DIRE, Treignes, 107-122.

BUXÓ, R. 1990, *Metodología y Técnicas para la recuperación de restos vegetales (en especial referencia a semillas y frutos) en yacimientos arqueológicos*, Cahier Noir 5.

BUXO, R. 1991, Échantillonnage et enregistrement des prélèvements, *Lattara* 4, 101-114.

BUXÓ, R. 1997, *Arqueología de las plantas*, Crítica, Barcelona.

BUXÓ, R., CANAL, D., ROVIRA, N. 2002, Aspectes metodològics: la recollida i tractament de les mostres, in Pons, E. (dir.), *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà). Un complex arqueològic d'època ibèrica (Excavacions 1990-1998)*, Sèrie Monogràfica, 21, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Girona, 425-428.

CANAL, D. 2002, L'explotació dels recursos vegetals: les anàlisis carpològiques, in Pons, E. (dir.), *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà). Un complex arqueològic d'època ibèrica (Excavacions 1990-1998)*, Sèrie Monogràfica, 21, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Girona, 443-476.

CANAL, D., ROVIRA, N. 2000, La agricultura y la alimentación vegetal de la edad del Hierro en la Cataluña oriental, in Buxó R., Pons, E. (dir.), *Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'edat del Ferro de l'Europa occidental: de la producció al consum*, Actes del XXII Col·loqui Internacional per a l'Estudi de l'Edat del Ferro, Sèrie Monogràfica, 18, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Girona, 139-150.

COMAS, M., JUAN TRESSERRAS, J. 2002, La production de vin dans deux domus de la ville romaine de Baetulo. Analyses archéobotaniques et de résidus organiques, in Rivet, L., Sciallano, M. (coord.), *Vivre, produire et échanger: reflets méditerranéens. Mélanges offerts à Bernard Liou, en Archéologie et histoire romaine*, 8, ed. Monique Mergoïl, Montagnac, 451-456.

CUBERO, C. 1994, Los recursos vegetales y su aprovechamiento en *Hispania* según los textos clásicos, *Pyrenae* 25, Barcelona, 117-121.

GARRIDO VÍLCHEZ, O. 1998, *Estudio geoarqueológico de la secuencia estratigráfica de Ronda la vieja. Procesos formativos y transformativos del yacimiento*, Departamento de Prehistoria y Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Granada, tesis doctoral inédita.

HILLMAN, G.C. 1981, Reconstructing crop husbandry practices from charred remains of crops, in Mercer, R. (ed.), *Farming practice in British Prehistory*, Edinburgh University Press, Edimburgo, 123-162.

HILLMAN, G.C. 1984, Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey, in van Zeist, W., Casparie, W. A. (ed.), *Plants and Ancient Man. Studies in Palaeoethnobotany*, A. A. Balkema, Rotterdam, 1-42.

HOPF, M. 1987, Les débuts de l'agriculture et la diffusion des plantes cultivées dans la Péninsule Ibérique, in Guilaine, J. et alii (ed.), *Premières Communautés Paysannes en Méditerranée occidentale*, CNRS, 267-274.

HOPF, M. 1991, South and Southwest Europe, in van Zeist, W., Wasylikova, K., Behre, K.-E. (with the assistance of G. Entjes-Nieborg) (ed.), *Progress in Old World Palaeoethnobotany*, A. A. Balkema, Rotterdam, 241-277.

JONES, G.E.M. 1984, Interpretation of archaeological plant remains: Ethnographic models from Greece, in van Zeist, W., Casparie, W. A. (ed.), *Plants and Ancient Man. Studies in Palaeoethnobotany*, A. A. Balkema, Rotterdam, 43-64.

JONES, G.E.M. 1991, Numerical analysis in archaeobotany, in van Zeist, W., Wasylikova, K., Behre, K.-E. (with the assistance of G. Entjes-Nieborg) (ed.), *Progress in Old World Palaeoethnobotany*, A. A. Balkema, Rotterdam, 63-80.

JONES, M.K. 1991b, Sampling in palaeoethnobotany, in van Zeist, W., Wasylikova, K., Behre, K.-E. (with the assistance of G. Entjes-Nieborg) (ed.), *Progress in Old World Palaeoethnobotany*, A. A. Balkema, Rotterdam, 53-62.

JUAN TRESSERRAS, J. 1995, L'aplicació de nous mètodes en la investigació del món de la mort, in Diloli, J., Rovira, J. (eds), *L'arqueologia de la mort. El món funerari a l'antiguitat a la Catalunya Meridional*, en: *Citèrior*, Revista d'Arqueologia i Ciències de l'Antiguitat 1, 203-210.

JUAN TRESSERRAS, J. 1997, *Procesado y preparación de alimentos vegetales para consumo humano. Aportaciones del estudio de fitolitos, almidones y lípidos en yacimientos arqueológicos prehistóricos y protohistóricos*, Dept. Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Universitat de Barcelona, tesis doctoral inédita.

JUAN TRESSERRAS, J. 1998a, La cerveza prehistórica: investigaciones arqueobotánicas y experimentales, in Maya, J.L., Cuesta, F., López-Cachero, J.L. (eds.), *Genó: un poblado del Bronce Final en el Bajo Segre (Lleida)*, Publicacions de la Universitat de Barcelona-SERP-San Miguel, Barcelona, 239–252.

JUAN TRESSERRAS, J. 1998b, El cultivo de la vid y la elaboración del vino en la Península Ibérica en la Antigüedad. Aportaciones de los análisis de residuos, *El Vi a l'antiguitat: economia, producció i comerç al Mediterrani Occidental*, Actes del II Col·loqui Internacional d'Arqueologia Romana, Badalona, 6/9 de maig de 1998, Museu de Badalona, Monografies Badalonines 14.

JUAN TRESSERRAS, J. 1999, Determinació d'impressions i d'inclusions vegetals en ceràmiques a mà i en material de construcció en terra, in González, P., Martín, A., Mora, R. (coord.), *Can Roqueta. Un establiment pagès prehistòric i medieval (Sabadell, Vallès Occidental)*, Excavacions Arqueològiques a Catalunya, 16, Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, 239–242.

JUAN TRESSERRAS, J. 2000a, La cerveza: un producto de consumo básico entre las comunidades ibéricas del N.E. Peninsular, *III Reunió d'Economia en el Món Ibèric, Saguntum-Plav*, Extra 3, València, 139–145.

JUAN TRESSERRAS, J. 2000b, Estudio de residuos vegetales conservados en recipientes y asociados a material de molienda en yacimientos de la Edad del Hierro del NE de la Península Ibérica, in Buxó, R., Pons, E. (dir.), *Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'edat del Ferro de l'Europa occidental: de la producció al consum*, Actes del XXII Col·loqui Internacional per a l'Estudi de l'Edat del Ferro, Sèrie Monogràfica 18, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Girona, 371–377.

JUAN TRESSERRAS, J. 2000c, El uso de plantas para el lavado y teñido de tejidos en época romana. Análisis de residuos de la fullonica y la tinctoria de Barcino, *Complutum* 11, 245–252.

JUAN TRESSERRAS, J. 2000d, Resultats de les anàlisis de residus en material de mòlta, en: *L'assentament del Bronce Final i Primera Edat del Ferro del Barranc de Gàfols (Ginestar, Ribera d'Ebre)*, *Arqueomediterrània* 5, 219–226.

JUAN TRESSERRAS, J., ECHAVE, C., ALBERT, C. 1996, El procesado de vegetales y la interpretación funcional del utillaje neolítico de molido y triturado en la Península Ibérica, *I Congrés del Neolític a la Península Ibérica. Formació i implantació de les comunitats agrícoles*, Gavà-Bellaterra 27–29 març 1995, *Rubricatum* 1, 201–206.

JUAN TRESSERRAS, J. LALUEZA, C., ALBERT, R.M., CALVO, M. 1997, Identification of phytoliths and starch granules from prehistoric human dental remains from the Iberian Peninsula and Balearic islands, in Pinilla, A., Juan-Tresserras, J., Machado, M.J. (eds), *The State-of-the-Art of Phytoliths in Soils and Plants*, CSIC, Monografía 4.

JUAN TRESSERRAS, J., MAYA, J.L., LÓPEZ-CACHERO, J.L. 1999, Primeros análisis de contenidos de recipientes cerámicos del hábitat de Genó (Aitona, Segrià, Lleida), *Estudis arqueològics i arqueomètrics, 5º Curs d'Arqueologia d'Andorra, 4º Congrés Europeu sobre Ceràmica Antiga*, Govern d'Andorra, Andorra la Vella.

LALUEZA, C., JUAN-TRESSERRAS, J., ALBERT, R.M. 1996, Phytolith analysis on dental calculus, enamel surface, and burial soil: information about diet and paleoenvironment, *American Journal of Physical Anthropology* 101, 101–113.

LALUEZA, C., JUAN-TRESSERRAS, J., PÉREZ-PÉREZ, A. 1994, Dietary information through the examination of plant phytoliths on the enamel surface of human dentition, *Journal of Archaeological Science* 21, 29–34.

LÓPEZ, P. 1980, Estudio de semillas prehistóricas en algunos yacimientos españoles, *Trabajos de Prehistoria* 37, 419–432.

MARINVAL, Ph. 1986, Recherches expérimentales sur l'acquisition des données en Paleocarpologie, *Revue d'Archéométrie* 10, 57–68.

NESBITT, M., SAMUEL, D. 1995, From staple crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats, in Paludosi, S., Hamer, K., Heller, J. (ed.), *Hulled wheats*, Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, Castelvecchio Pascoli, 1995, 41–100.

PEARSALL, D.M. 1989, *Paleoethnobotany. A Handbook of Procedures*, Academic Press, Inc., San Diego, California.

PEÑA CHOCARRO, L. 1992, Los modelos etnográficos en Arqueobotánica: los cereales vestidos, *I Jornadas Internacionales sobre Tecnología Agraria Tradicional*, Museo Nacional del Pueblo Español, Madrid, 21–29.

PEÑA CHOCARRO, L. 1999, *Prehistoric Agriculture in Southern Spain during the Neolithic and the Bronze Age. The application of ethnographic models*, BAR International Series 818.

- PÉREZ JORDÁ, G. 1993**, *La producció d'oli al món ibèric: l'exemple del Camp de Túria*, tesis de licenciatura, Universidad de Valencia.
- PÉREZ, G., IBORRA, M.P., GRAU, E., BONET, H., MATA, C. 2000**, La explotación agraria del territorio en época ibérica: los casos de *Edeta* y *Kelin*, in Buxó, R., Pons, E. (dir.), *Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'edat del Ferro de l'Europa occidental: de la producció al consum*, Actes del XXII Col.loqui Internacional per a l'Estudi de l'Edat del Ferro, Sèrie Monogràfica 18, Museu d'Arqueologia de Catalunya–Girona, Girona, 151–168.
- PINILLA, A., JUAN-TRESSERRAS, J., MACHADO, M.J. 1997** (eds), *The State-of-the-Art of Phytoliths in Soils and Plants*, CSIC, Monografía 4.
- PIPERNO, D. 1988**, *Phytolith analysis. An archaeological and geological perspective*, Academic Press, San Diego.
- POPPER, V.S. 1988**, Selecting Quantitative Measurements in Paleoethnobotany, in Hastorf, C.A., V.S. Popper, V.S. (ed.), *Current Paleoethnobotany. Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*, University of Chicago Press, 53–71.
- PROCOPIOU, H., ANDERSON, P., FORMENTI, F., JUAN TRESSERRAS, J. 2002**, Étude des matières transformées sur les outils de mouture: identification des résidus et des traces d'usure par analyse chimique et par observations en microscopie optique et électronique, in Procopiou, H., Treuil, R. (dir.), *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la préhistoire et la antiquité*, vol. 1, CTHS, Paris, 111–128.
- RAMIL, P., DOPAZO MARTÍNEZ, A, FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C. 1996**, Cambios en las estrategias de explotación de los recursos vegetales en el norte de la Península Ibérica, *Férvedes* 3, 169–187.
- REYNOLDS, P.J. 1988**, *Arqueologia experimental, Una perspectiva de futur*, ed. Eumo, Vic.
- RIVERA, D., OBÓN, C., ASENSIO, A. 1988**, Arqueobotánica y Paleoethnobotánica en el Sureste de España, datos preliminares, *Trabajos de Prehistoria* 45, 317–334.
- RODRÍGUEZ ARIZA, M^aO., AGUAYO, P., MORENO, F. 1992**, The environment in the Ronda Basin (Málaga, Spain) based on an anthracological study of Old Ronda, *Société Botanique de France* 139, *Actualites botaniques* (2/3/4), Paris, 715–725.
- RODRÍGUEZ ARIZA, M^aO., RUIZ SÁNCHEZ, V. 1993**, Acción antrópica sobre el medio natural en el Sureste de Andalucía durante la Prehistoria Reciente y Época Romana, *Investigaciones Arqueológicas en Andalucía 1985–1992 (Proyectos)*, Consejería de Cultura y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Huelva, 417–428.
- ROVIRA, N. 2000**, Las plantas del yacimiento calcolítico de Las Pilas (Mojácar, Almería). El análisis de semillas y frutos arqueológicos, *Complutum* 11, 191–208.
- ROVIRA, N., BUXÓ, R. 1999**, Propuesta de metodología para la recogida de semillas y frutos en yacimientos arqueológicos: el ejemplo de Las Pilas (Mojácar, Almería), *Actas del IIº Congreso de Arqueología Peninsular*, vol. 3, Zamora, 635–645.
- SÁNCHEZ, A., CABAÑATE, CAÑABATE, M.L. 1998**, *Indicadores químicos para la arqueología*, Centro Andaluz de Arqueología Ibérica/Universidad de Jaén, Jaén.
- SIGAUT, F. 1978**, Identification des techniques de récolte des graines alimentaires, *Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée* 25, 3, 146–161.
- SIGAUT, F. 1984**, Essai d'identification des techniques de récolte des instruments à bras du travail du sol, *Cahiers ORTOM, série Sciences Humaines*, vol. XX, 3–4, 359–374.
- STIKA, H.P. 1988**, Botanische Untersuchungen in der Bronzezeitlichen Höhensiedlung Fuente Álamo, *Madrider Mitteilungen* 29, 21–76.
- van der VEEN, M., FIELLER, N. 1982**, Sampling Seeds, *Journal of Archaeological Science* 9, 287–298.
- WAGNER, G.E. 1988**, Comparability among Recovery Techniques, in Hastorf, C.A., Popper, V.S. (ed.), *Current Paleoethnobotany. Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*, University of Chicago Press, 17–35.
- WILLCOX, G., ANDERSON, P. 1991**, Una aproximació experimental als inicis de l'agricultura al sud-oest d'Àsia, *Cota Zero* 7, ed. Eumo, Vic, 47–57.
- ZAPATA, L. 1999**, *La explotación de los recursos vegetales y el origen de la agricultura en el País Vasco: análisis arqueobotánico de macrorrestos vegetales*, tesis doctoral, UPV/EHU.
- ZEIST, W. van, PALFENIER VEGTER, R.M. 1979**, Agriculture in Medieval Gasselte, *Palaeohistoria* 21, 267–299.

LA RECUPERACIÓN DE RESTOS ARQUEOBOTÁNICOS EN MEDIOS HÚMEDOS

RAMON BUXÓ I CAPDEVILA¹
LEONOR PEÑA CHOCARRO
RAQUEL PIQUÉ I HUERTA²

En la mayoría de contextos arqueológicos la preservación de macrorrestos vegetales sólo se produce debido a la carbonización, éste es el estado en que se encuentran la mayoría de las evidencias del uso de las plantas en yacimientos arqueológicos de la Península Ibérica. No obstante en medios saturados de agua donde se produce poca oxigenación la acción de bacterias y hongos queda inhibida dando lugar a una óptima preservación de las materias vegetales.

Son diversos los contextos donde se pueden producir estas condiciones favorables, entre ellos, por poner los casos más habituales, tendríamos zonas lacustres, turberas, niveles freáticos y niveles arcillosos permanentemente húmedos en algunas cuevas. Por estas circunstancias hay una gran cantidad de material vegetal conservado en forma de hojas, raíces, tallos, ramas, frutos y semillas.

Hasta hace relativamente poco en la Península Ibérica sólo se conocían algunos hallazgos fortuitos de restos orgánicos de origen vegetal, procedentes sobre todo de cuevas donde ya sea por las condiciones de humedad constantes, la ausencia de humedad o por la inclusión de los restos en una matriz arcillosa se habían producido condiciones excepcionales que favorecieron la conservación. En estos casos los hallazgos se limitaron principalmente a artefactos de maderas, ya que són los más visibles, y a restos de tejidos. Ello no supuso que en estos yacimientos y como consecuencia de estos hallazgos se procediera a llevar a cabo una recogida sistemática de sedimentos con el objetivo de recoger semillas o frutos, en parte por que en el momento en que se realizaron estos descubrimientos la arqueobotánica estaba muy poco implantada.

Entre los más conocidos podemos mencionar los hallazgos de artefactos de madera en diversas cuevas y hipogeos de las Baleares que fueron utilizadas como lugares de enterramiento, muchos de estos yacimientos fueron objeto de excavaciones poco sistemáticas o bien fueron expoliados, por lo que no fueron objeto de estudios arqueobotánicos sistemáticos (complejo de Cales Coves en Menorca, Cova Murada...). También en Andalucía se conocen casos

excepcionales de cuevas donde la materia orgánica se ha conservado de manera excepcional, como por ejemplo la Cueva de los Murciélagos de Albuñol (Granada), con la presencia de restos de cuerdas, de producción cestería o de sandalias de esparto (Molina *et alii* 1984), o la Cueva Sagrada, un complejo funerario de la Salud (Murcia), de finales del III milenio AC, con restos de tejido de lino, estera de esparto, artefactos de madera y semillas vid y de bellota (Rivera/Obón de Castro 1987).

No obstante la localización de nuevos yacimientos que han podido ser excavados recientemente ha permitido llevar a cabo una recogida sistemática de restos vegetales que ha aportado una gran información tanto de los aspectos socioeconómicos de las sociedades en estudio como de los procesos de conservación de la materia orgánica en contextos arqueológicos. Ello ha sido posible gracias a la creciente implantación que tiene en la Península Ibérica la investigación arqueobotánica. Destacan las recientes excavaciones de la Cova des Càrrtx y Cova des Mussol (Lull, Micó, Risch, Rihuete, 1999) que ha permitido la recuperación de un importante conjunto de artefactos y de macrorrestos vegetales.

Más recientemente están saliendo a la luz yacimientos que por tener estratos en condiciones anaeróbicas ofrecen posibilidades de conservación excepcionales de toda una serie de materiales orgánicos (maderas, frutos, semillas...). Así por citar algunos ejemplos, tenemos el yacimiento lacustre de época neolítica de la Draga en Banyoles (Bosch *et alii*. 2000; Buxó/Rovira/Saüch 2000; Bosch, Chinchilla/Piqué/Tarrús 1996), los pecios de Cala Culip (Nieto *et alii* 1989; Buxó 1989; Nieto/Raurich 1998; Buxó 1998), el puerto romano de Irún (Peña-Chocarro/Zapata 1996; Zapata 1999), la fuente monumental de Tarragona (Pociña/Remolà 2002), y las recientes excavaciones de pozos de época romana de lesso (Buxó *et alii*. en prensa).

La diversidad de contextos en los que se han recuperado los restos y por lo tanto la diversidad de procesos deposicionales y postdeposicionales que han dado lugar a la formación de estos conjuntos hacen necesario adaptar las estrategias de recogida y muestreo a las particularidades de cada yacimiento. No obstante, el conocimiento que tenemos sobre el tipo de restos vegetales que se encuentran en estos contextos y el grado de conservación de los mismos permite señalar algunas problemáticas comunes que han de ser tenidas en cuenta en el momento de abordar la excavación de estos yacimientos.

1. Museu d'Arqueologia de Catalunya

2. Departament de Prehistòria i Antropologia Social, Universitat Autònoma de Barcelona

No es objetivo de este trabajo establecer la estrategia de muestreo idónea, ya que como hemos señalado en cada caso particular habrá que tener en cuenta las características del yacimiento a nivel de procesos de formación, naturaleza de las actividades que se desarrollaron en el asentamiento, estructuración del espacio, intervalos temporales representados en las unidades de análisis, etc. Así mismo dado que los medios húmedos de conservación pueden localizarse tanto en cuevas, al aire libre o en contextos urbanos, obviamente los criterios que se seguirán han de tener en cuenta las problemáticas específicas que se han tratado en este mismo volumen para estos casos particulares. Por lo tanto nuestro objetivo es más resaltar cuáles son las problemáticas particulares que pueden ser abordadas a partir del estudio de estos contextos gracias a la excepcional conservación de los restos vegetales y que criterios hay que tener en cuenta en el momento de llevar a cabo la recogida de los restos.

MADERAS

La principal característica de estos contextos es la excepcional conservación de restos leñosos no carbonizados, lo que implica potencialmente una alta probabilidad de recuperar artefactos de madera. Los restos leñosos pueden corresponder a diferentes estadios del trabajo de la madera, por lo que podemos tener representado en el conjunto materias primas aportadas al asentamiento, materias primas transformadas (listones, troncos desbastados), desechos del proceso de fabricación (astillas, virutas) y productos (instrumentos, bienes consumibles, componentes de instrumentos). Por lo tanto tendríamos básicamente restos de madera aportados intencionalmente a los asentamientos, que han sido abandonados en diferentes estadios de la vida del artefacto (proceso de producción, consumo/uso, abandono). No obstante, otros agentes pueden haber incorporado madera en los asentamientos, ya sea porque las maderas estaban ya en el lugar donde se asentó la población o porque cayeron durante su período de funcionamiento o con posterioridad. Por lo tanto hay que tener en cuenta los procesos de formación de estos conjuntos para alcanzar una buena comprensión de su significado.

Los objetivos del muestreo deben estar orientados a la obtención de información sobre la producción de artefactos (materias primas utilizadas y proceso de transformación) y la función de los mismos, sin negligir no obstante la posibilidad de obtener información sobre la vegetación local o las condiciones

ambientales del período estudiado, lo que puede ayudar a comprender mejor las estrategias de gestión del entorno forestal. Los restos leñosos pueden corresponder a diferentes estadios del trabajo de la madera, por lo que podemos tener representado en el conjunto materias primas aportadas al asentamiento, materias primas transformadas (listones, troncos desbastados), desechos del proceso de fabricación (astillas, virutas) y/o productos (instrumentos, bienes consumibles, componentes de instrumentos). Por lo tanto corresponden a restos de madera aportados intencionalmente a los asentamientos que han sido abandonados en diferentes estadios de la vida del artefacto (producción, consumo/uso) o han sido depositados intencionalmente como acompañamiento de los difuntos. No obstante, como ya hemos señalado otros agentes pueden haber incorporado madera en los asentamientos, especialmente en aquellos que se localizan al aire libre, ya sea porque las maderas estaban ya en el lugar donde se asentó la población, porque cayeron durante su período de funcionamiento o con posterioridad. Por ello el proceso de recogida de restos debe ser exhaustivo con el objetivo de tener documentados, además de los propios artefactos, residuos y/o desechos, que pueden aportar datos sobre el proceso de transformación de los artefactos, partes leñosas que forman parte del entorno natural.

Tan sólo a partir de esta recogida exhaustiva podemos determinar si los artefactos se produjeron en el interior del asentamiento o si fueron aportados como productos ya acabados. Por ejemplo mientras que en el yacimiento de la Draga es habitual la recuperación de astillas de todos los tamaños, que probablemente corresponden a desechos de fabricación en otros contextos tan sólo se han recuperado los productos, como por ejemplo en las necrópolis de Càrritx y Mussol.

Además hay que tener en cuenta que la conservación de troncos y ramaje utilizados en la construcción de los poblados abre una dimensión de investigación amplia ya que permite la aplicación de métodos dendrocronológicos tanto para resolver cuestiones relativas a la dinámica de ocupación gracias a la datación cruzada (fases de construcción de los poblados) como para intentar la datación absoluta del yacimiento, aunque ello sólo es posible cuando existen secuencias dendrocronológica de referencia, algo todavía utópico en nuestro país. También la dendrocronología permite abordar aspectos relacionados con la gestión forestal y las condiciones ambientales existentes durante el período de ocupación o uso del depósito. La datación cruzada de los troncos que se utilizaron como estructuras de sosten de las construcciones en el yaci-

miento de la Draga han permitido constatar por ejemplo diferentes momentos de tala del bosque y diferencias en las características de los individuos explotados (adultos o juveniles). Los estudios llevados a cabo en yacimientos palafíticos del centro de Europa han revelado el potencial informativo de la aplicación de este tipo de análisis (Billamboz 1995; Gassman 1984, 1989; Schweingruber 1996).

El reconocimiento de los artefactos durante el proceso de excavación no siempre es factible, por lo que no es aconsejable dirigir la recuperación sólo a aquellos restos que presentan señales evidentes de manufactura. La fragmentación de los artefactos, alteraciones de la superficie debido al ataque de xilófagos o la posibilidad de que estos no tengan análogos actuales pueden implicar que sea difícil reconocerlos, hay que tener en cuenta que los instrumentos pueden haber sido objeto de una transformación mínima y por lo tanto pueden conservar corteza o morfologías parecidas a ramas o troncos. Otra problemática añadida es el hecho de que también pueden estar representados en estos conjuntos ramas y troncos producto de la poda natural de la vegetación local, siendo complejo discriminarlas a priori de posibles materias primas aportadas.

Por ello se recomienda realizar durante la excavación una recogida exhaustiva de materiales leñosos, que puede combinar la recogida manual de restos de gran tamaño con la flotación de determinados paquetes sedimentarios que puede ayudar a recuperar objetos de pequeño tamaño y pequeños fragmentos desprendidos de piezas más grandes. La recogida manual es obviamente imprescindible ya que, al igual que para otros ítems arqueológicos, es necesario registrar su localización. Es posteriormente, durante el trabajo de laboratorio una vez las piezas están limpias, que es posible discriminar, en la mayoría de los casos, si los restos presentan señales de manufactura. En cualquier caso es recomendable la presencia durante la excavación de personal especializado que pueda dirigir la recogida de los restos leñosos y tomar decisiones sobre el terreno sobre lo que conviene recoger y como. En el caso que durante el proceso de excavación sea posible la identificación de ramas y troncos sin señales de manufactura, y si estos son muy abundantes, puede llevarse a cabo la recogida sobre el terreno de pequeñas muestras para la determinación de la especie o estudios dendrocronológicos.

En el caso que no hayan señales evidentes del proceso de manufactura la posibilidad de diferenciar entre materias primas aportadas y ramaje o troncos es más limitada ya que pueden presentar las mismas características morfológicas. No obstante la determinación taxonómica de los restos puede ayudar a discriminar unas de otras, sobre todo cuando

se observan diferencias entre las materias primas empleadas en la producción de artefactos y los taxones representados entre ramas y troncos sin señales de manufactura. Este es el caso por ejemplo de los pozos del yacimiento de Ilesho donde se observaban diferencias significativas entre las materias primas utilizadas en la producción de artefactos, muchas de ellas aportadas desde largas distancias, y los taxones representados entre ramas sin señales aparentes de haber sido modificadas que podrían haber correspondido a la vegetación local.

Casi tan importante como llevar a cabo un buen registro de campo de la procedencia y condiciones en que aparecen los restos es prever medidas de conservación para el material orgánico desde el mismo momento en que se inicia la intervención arqueológica en medios húmedos. El objetivo es mantener los ítems en condiciones húmedas hasta su transporte al laboratorio de restauración. Así mismo hay que impedir que el contacto con la luz y el oxígeno acelere la aparición de hongos o bacterias que pueden estropear la pieza. Por ello durante la excavación los ítems orgánicos deben permanecer húmedos y protegidos de la luz, pudiendo para ello acondicionarse contenedores donde almacenarse hasta su transporte o bien manteniéndolos en el nivel arqueológico hasta el último momento. Los restos orgánicos deberán trasladarse a un lugar donde sea posible su almacenamiento en condiciones que garanticen su conservación. Lo más recomendable es guardar las piezas en contenedores de plástico opacos, con agua, y almacenarlas en un refrigerador. Hay productos químicos que pueden ser empleados para evitar la proliferación de hongos y bacterias, no obstante no es aconsejable su aplicación ya que pueden distorsionar los resultados de determinados análisis (C14).

SEMILLAS Y FRUTOS

Sin los efectos de la carbonización o del contacto con el fuego, los restos de semillas y frutos se conservan únicamente bajo condiciones anaeróbicas de medios saturados en agua y en circunstancias excepcionales, como la aridez (con ausencia absoluta de humedad) o el rigor del hielo. En los yacimientos que reúnen estas condiciones, se pueden conservar las semillas, los frutos (secos o carnosos), y los distintos elementos que forman parte de ellos: los pedúnculos, las espigas, las horquillas de espiguillas, los segmentos de raquis, las glumas..., pero también las raíces, los bulbos o las hojas.

El aumento cualitativo y cuantitativo de los macrorestos vegetales bajo estas condiciones de conservación, facilita que a partir de los conocimientos

ecológicos y fitosociológicos actuales sea posible reconstituir los diferentes grupos florísticos de un período desde la perspectiva que estos restos vegetales son el producto de diferentes actividades humanas. La mejora y el aumento de métodos y prácticas de cultivo, y el perfeccionamiento de los instrumentos agrícolas, incidirán sobre ciertas plantas, las cuáles se especializarán cada vez más, en detrimento del medio original que abandonarán o que habrá sido parcial o totalmente destruido por las comunidades humanas. Desde esta perspectiva, las características de los macrorrestos vegetales hallados en yacimientos arqueológicos situados en medios saturados en agua, permitirán a la paleocarpología reconstruir, de manera complementaria a la palinología y a la antracología, la evolución de los medios vegetales y las prácticas tradicionales de los cultivos.

La reconstrucción se dirige hacia diferentes polos de análisis, que pueden comprender conjuntamente las acciones regulares del ser humano sobre el medio:

1. La diferenciación de taxones característicos que marcan ciertos hábitats ecológicos. Esto permite la identificación de grupos florísticos diferentes, al relacionarlos con la geomorfología de la zona estudiada.
2. La diferenciación de las plantas explotadas que se utilizan para el consumo o para otras finalidades. Por un lado, las plantas cultivadas, cereales, leguminosas, oleaginosas y textiles; por otro, las plantas de recolección, comestibles igualmente, procedentes de los alrededores inmediatos.
3. El emplazamiento de los terrenos cultivados, según la presencia de especies que acompañan a los cultivos y de plantas asociadas a praderas o pastos. Estas plantas nos informan también sobre el territorio en el que evoluciona la comunidad, ya sea por los cultivos, ya sea por la recolección.
4. La distinción de los terrenos yermos, de los bordes de los caminos, señalados específicamente por las plantas ruderalizadas. A veces, éstos constituyen también una zona de refugio para algunas plantas compañeras de los cultivos.
5. Las prácticas agrícolas: diferentes combinaciones de la evolución y de la regularidad de ciertos taxones permiten discernir los sistemas de cultivo. La presencia de uno u otro vegetal, su análisis en su contexto, debe, por otro lado, facilitar la identificación de las operaciones realizadas sobre el terreno: después de la cosecha, el almacenamiento, o de las preparaciones previas al consumo.

Los yacimientos arqueológicos con condiciones de conservación anaeróbicas exigen un tratamiento específico para evitar que los macrorrestos vegetales sufran daños. Asimismo en algunos casos hay que conservarlos en unas condiciones similares a

aquellas en las que se preservaron (Körber-Grohne 1991).

Los macrorrestos vegetales presentan en general una densidad superior que la del agua y no pueden ser sometidos a flotación. Por tanto, el tratamiento de las muestras debe ser sometido a cribado y procesado en agua con la finalidad de que la estructura de los restos no se degrade.

Las muestras se pueden recoger en un saco de plástico o contenedor con agua y mantenerlo cerrado de 6 a 12 horas hasta que se encuentre plenamente saturado en agua. Éstas se tamizaran en una columna de tamices de 4 o 2 mm, 1 mm, 0,5 y 0,25 mm y se registrarán el volumen y el peso en fresco, y se deberá realizar la misma operación después de la saturación en agua. A continuación se procederá a la separación e identificación de los restos utilizando la lupa binocular.

Los restos que se separen o sean seleccionados no deben secarse o sacarse del agua, hasta que no se realice el tratamiento adecuado para su conservación. Éstas se debe conservar en agua con un bioácido añadido: se pueden almacenar en una mezcla de agua destilada (20%) con formol al 4% (10%) y alcohol industrial al 10%, o también en una mezcla de glicerina, alcohol y agua destilada a partes iguales, al que se añade un producto desinfectante como por ejemplo el timol.

El primer examen de tratamiento de las muestras procedentes del terreno consiste en procesar una primera de ellas (en un volumen que puede oscilar de 0,5 litros a 5 litros de sedimento por muestra), para comprobar las condiciones de conservación y la frecuencia de restos. En el caso de conjuntos cerrados (como por ejemplo los pozos o las cisternas), se pueden recoger muestras totales procedentes de cada nivel de relleno, y efectuar tests de 50 litros para cada unidad estratigráfica.

La interpretación cultural y ecológica de los macrorrestos vegetales debe tener en cuenta un gran número de cuestiones en un contexto anaeróbico. En el caso de contextos urbanos anaeróbicos, a pesar de que el número de restos y taxones es alto, existen numerosos factores que condicionan la composición de las muestras (Green 1982; de Moulins 1990; Willcox 1977). En un yacimiento de estas características se conservan todo tipo de restos, tanto los recolectados deliberadamente como los depositados de forma natural, con lo cual la distinción entre unos y otros es difícil. Además, existe una alta probabilidad de que los materiales sean fruto de un depósito secundario.

Los resultados de este tipo de estudios podrán señalar los usos potenciales de la vegetación que darían como resultado residuos vegetales urbanos: así por ejemplo, la utilización de combustible y el des-

arrollo de actividades industriales – de tipo artesanal y de construcción como techumbres, maderas, etc.–; alimento, plantas medicinales y cama para el ganado, así como abundantes restos procedentes de basura urbana. Finalmente tampoco se deberá olvidar la existencia de especies que han podido lle-

gar al yacimiento de forma accidental, aunque raramente puedan ser evaluados en las muestras arqueológicas: como ejemplo los aspectos relacionados con la dispersión de semillas por el viento, el agua, las personas, en la ropa, o los excrementos de animales como las aves y el ganado.

BIBLIOGRAFIA

- BILLAMBOZ, A. 1995**, Proxyséries dendrochronologiques et occupation néolithique des bords du Lac de Constance, *Palyno Sciencies* 3, 69–81
- BOSCH, A., CHINCHILLA, J., TARRÚS, J. (coords.), 2000**, *El poblado lacustre de la Draga: excavacions de 1990 a 1998*, Monografies del CASC 2, Girona, Museu d'Arqueologia de Catalunya–Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya.
- BOSCH, A., CHINCHILLA, J., PIQUÉ, R., TARRÚS, J. 1996**, Hallazgo de los primeros utensilios de madera en el poblado neolítico de La Draga (Banyoles, Girona), *Trabajos de Prehistoria* 53, 147–154.
- BUXÓ, R. 1989**, Estudi de restes carpològiques recuperades a Culip IV i Culip VI, in Nieto, X. et alii, *Excavacions arqueològiques subaquàtiques a Cala Culip* (I) 9, 311–316.
- BUXÓ, R. 1998**, Estudi de les macrorestes vegetals del jaciment Culip VI, in Nieto, X., Raurich, X. (coord.), *Excavacions Arqueològiques a Cala Culip. 2*, Monografies del CASC, Museu d'Arqueologia de Catalunya–Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya, 261–264.
- BUXÓ, R., ROVIRA, N., SAÜCH, C. 2000**, Les restes vegetals de llavors i fruits, in Bosch, A., Chinchilla, J., Tarrús, J. (coords.), *El poblado lacustre neolític de La Draga. Excavacions de 1990 a 1998*, Girona, Monografies del CASC 2, 129–139.
- BUXÓ, R., CANAL, D., GUITART, J., PERA, J., PIQUÉ, R., 2000**, *Estudi de dos pous romans de Guissona (la Segarra)*, en prensa.
- DE MOULINS, D. 1990**, Environmental Analysis, in Maloney, C. (ed.), *The upper Walbrook valley in the Roman period*, CBA Research Report 69, Londres, Museum of London /Council for British Archaeology, 85–115.
- GASSMAN, P. 1984**, Dendrochronologie: 100.000 cernes sur Cortailod–Est, *Archäologia Schweiz*, 63–68.
- GASSMAN, P. 1989**, Le stockage du bois sur le site bronze final de Cortailod–Est, *Dendrocronologia*, 7, 105–121.
- GREEN, F.J. 1982**, Problems of interpreting differentially preserved plant remains from excavations of medieval urban sites, in Hall, A.R., Kenward, H.K. (eds), *Environmental Archaeology in the urban context*, CBA Research report 43, 40–46.
- KÖRBER–GROHNE, U. 1991**, Identification methods, in Van Zeist, W., Wasylkowska, K., Behre, K.–E., *Progress in Old World Palaeoethnobotany*, A.A: Balkema, Rotterdam, 3–25.
- LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C.; RISCH, R. 1999**, *Ideología y Sociedad en la Prehistoria de Menorca: La Cova des Càrritx y la Cova des Muslo*, Menorca: Consell Insular de Menorca, UAB.
- MOLINA, F., AGUAYO, P., FRESNEDA, E., CONTRERAS, F. 1984**, Nuevas investigaciones en yacimientos de la edad del Bronce en Granada, *Homenaje a Luis Siret, 1934–1984*, Sevilla, 353–360.
- NIETO, X. et alii 1989**, *Excavacions arqueològiques subaquàtiques a Cala Culip* (I) 9, Girona, Centre d'Investigacions Arqueològiques, 311–316.
- NIETO, X., RAURICH, X. (coord.) 1998**, *Excavacions Arqueològiques a Cala Culip 2*, Monografies del CASC nº 1, Museu d'Arqueologia de Catalunya–Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya, 261–264.
- PEÑA–CHOCARRO, L., ZAPATA, L. 1996**, Los recursos vegetales en el mundo romano: estudio de los macrorrestos botánicos del yacimiento calle Santiago de Irún (Guipúzcoa), *Archivo Español de Arqueología* 69, 119–134.
- POCIÑA, C.A., REMOLÀ, J.A. 2002**, Una font monumental a l'àrea portuària de Tarraco. Notes preliminars, *Empúries* 53, 41–47.
- RIVERA, D., OBÓN DE CASTRO, C. 1987**, Apéndice II. Informe sobre los restos vegetales procedentes del enterramiento calcolítico de la Cueva Sagrada (comarca de Lorca, Murcia), *Anales de Prehistoria y Arqueología* 3, Universidad de Murcia, Murcia, 31–37.

SCHWEINGRUBER, F.H. 1996, *Tree Rings and Environment Dendroecology*. Berne, Stuttgart, Vienna, Haupt: Swis Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research.

WILLCOX, G. 1977, Exotic Plants from Roman Waterlogged Sites in London, *Journal of Archaeological Science* 4, 269–282.

ZAPATA, L. 1999, *La explotación de los recursos vegetales y el origen de la agricultura en el País Vasco: Análisis arqueobotánico de macrorrestos vegetales*, Universidad del País Vasco, Vitoria, tesis doctoral inédita.

**CARBONES Y SEMILLAS
EN LOS YACIMIENTOS DOLMÉNICOS:
POSIBILIDADES Y LÍMITES
DEL ANÁLISIS ARQUEOBOTÁNICO**

LYDIA ZAPATA*
ISABEL FIGUEIRAL**

INTRODUCCIÓN

Debido a su visibilidad y perdurabilidad, los monumentos megalíticos son una de las manifestaciones arqueológicas que más interés han despertado entre investigadores y profanos. Los primeros hallazgos y descripciones en la Península Ibérica se remontan al menos al siglo XVII y las primeras excavaciones arqueológicas a comienzos del siglo XIX. Constituyendo el megalitismo uno de los temas preferentes en la investigación arqueológica, contamos en la actualidad con un buen número de datos, al amparo de proyectos con excavaciones cada vez más sistematizadas, estudios interdisciplinarios, dataciones absolutas, etc. La bibliografía sobre el tema es por lo tanto ingente. Los grupos de investigación desarrollan no sólo excavaciones aisladas, sino proyectos a largo plazo que incluyen el estudio de monumentos localizados en un mismo entorno. Entre otros, por ejemplo, para el frente atlántico e interior peninsular: (Blas 2000; Delibes 1995; Díez Castillo 1996; López de Calle/Illaraza 1997b; López de Calle/Pérez Arrondo 1995; Mujika/Armendáriz 1991; Vegas 1994; Yarritu/Gorrotxategi 1995; Cruz 1995, 1997; Gomes 1996; Jorge 1988, 1989; Kalb 1994; Sanches 1991; Silva 1994). El megalitismo es un fenómeno que cuenta con manifestaciones variadas (dólmenes, túmulos, cromlechs, cistas, menhires, henges, alineamientos...) de funcionalidad diversa, en muchos casos funeraria. En este trabajo nos vamos a centrar en los estudios arqueobotánicos aplicados a las construcciones dolménicas, aunque muchas de las observaciones que realizamos podrían ser también válidas para otro tipo de estructuras como los túmulos sin cámara o los cromlechs.

La investigación relacionada con el megalitismo no ha permanecido al margen de los cambios metodológicos y teóricos que ha vivido la disciplina arqueológica y muchas de las excavaciones han incorporado análisis diversos. A pesar de que claramente se observa un incremento progresivo del número de estudios arqueobotánicos aplicados a dólmenes pe-

ninsulares, los trabajos disponibles y las reflexiones acerca de su significado son todavía escasos.

Se han publicado resultados de muestreos palinológicos (entre otros, Burjachs 1990; Iriarte 1995; 1997; López/López 1993; Silva 1992) y de fitolitos (Juan Tresserras 1994, Juan Tresseras *et alii* 1995, Galván *et alii* 1995). Los análisis de macrorrestos vegetales se han centrado en el material antracológico (Figueiral 1994; 1995; 1997, 1998, 1999, 2001; Vernet/Figueiral 1993, Figueiral/Sanches 1998–99; Zapata 2002; Trabajos inéditos de P. Uzquiano) mientras que los estudios de semillas y frutos son muy escasos (Pinto da Silva 1982, 1988; Cruz 1997).

Lo limitado de los datos que manejamos se debe probablemente a la escasez de especialistas en arqueobotánica en la Península Ibérica así como a la falta de información entre los arqueólogos acerca de: a) qué cuestiones pueden ayudar a resolver los estudios de macrorrestos vegetales y b) qué sistema de recogida y tratamiento deben llevar a cabo. Precisamente el objetivo del presente trabajo es abordar estos temas, teniendo en cuenta que los muestreos sistemáticos –particularmente en el caso de los estudios carpológicos– son todavía pocos y la experiencia, por lo tanto, limitada. Para ilustrar el tema describiremos brevemente algunos casos estudiados por nosotras y reflexionaremos acerca de las posibilidades y límites de nuestra disciplina.

INTERÉS Y OBJETIVOS DEL MUESTREO

El creciente número de dataciones de ^{14}C que manejamos confirman que el megalitismo es un fenómeno de larga duración –aunque la cronología del origen y el final no estén del todo resueltas–. Existe un consenso acerca de que la construcción y el uso de los dólmenes tiene un origen neolítico, algo ya argumentado desde hace tiempo por algunos autores (Andrés 1977; Maluquer de Motes 1974, Jorge 1989). En zonas del norte y oeste peninsular han comenzado a proliferar las dataciones con fechas encuadrables en la segunda mitad del VI milenio BP (Arias 1995; Blas 1997; Delibes/Rojo 1997). Así mismo, un gran número de dólmenes ofrece dataciones posteriores que se encuadran en el V milenio BP. La relación de fechas es coherente con la naturaleza de los ajueres funerarios, pues suele distinguirse, siguiendo a la industria lítica, una primera fase con microlitos geométricos de retoque abruptos y en doble bisel y otra posterior con puntas de flecha de retoque plano (Cava 1984; Gorrochategui/Yarritu 1990; Yarritu/Gorrotxategi 1995a). El uso de los dólmenes perdura

1. Área de Prehistoria. UPV/EHU. Apdo. 2111. 01006 Vitoria-Gasteiz. E-mail: fgpzapel@vc.ehu.es
2. UMR 5059, Institut de Botanique, 163 Rue A. Broussonet, 34090 Montpellier, Francia

durante un periodo dilatado, en algunos casos al menos hasta la Edad del Bronce.

Los estudios de macrorrestos vegetales dolméricos permiten abordar, siempre que los restos lo permitan, diversas cuestiones de interés relacionadas con el medio, la cultura y la economía de las sociedades que vivieron en estos momentos del Holoceno. Podríamos clasificarlas en: a) internas: relacionadas con la construcción y uso de la estructura funeraria, y b) externas: asociadas al paisaje y formas de vida de los grupos humanos que la construyeron y/o usaron.

Relacionados con los elementos constructivos de la tumba

A escala europea el fenómeno dolmérico, lejos de ser uniforme, se nos presenta con una gran variedad de estructuras. La piedra es el material más usado en la erección de las arquitecturas, y el más perdurable hasta hoy, pero se sabe de muchos casos en los que la madera ha sido un componente constructivo esencial (Masset 1993). En la Península Ibérica las evidencias lígneas son todavía escasas pero cada vez más numerosas y mejor definidas. Se constatan tanto agujeros de poste (Monte Areo V en Blas 2000, Collado del Mallo) como restos de postes carbonizados y estructuras formadas por pies derechos o entramados de vigas (por ejemplo los sepulcros de Tres Montes v. Andrés *et alii* 1997, El Miradero v. Delibes 1995 ó Monte Areo XII v. Blas 2000), cubiertos después por túmulos muy variados. Todo ello es prueba del polimorfismo constructivo del fenómeno dolmérico y señala el interés de estudiar de forma específica el uso de la madera como materia prima arquitectónica (selección de especies, morfología y preparación de los pies derechos, reutilizaciones, etc.).

Relacionados con prácticas funerarias desarrolladas en la tumba

Los carbones concentrados en hogueras o capas carbonosas son relativamente frecuentes en los dólmenes y en su entorno. En algunos casos las hogueras son previas a la construcción del monumento, algo que hemos podido estudiar en la necrópolis dolmérica de Ordunte (Burgos) (Zapata 2002), y se podrían relacionar con áreas de habitación al aire libre (Delibes *et alii* 1997; Zapatero 1991). En otros, en cambio, se hallan en la propia estructura, asociadas o no a restos humanos (Delibes 1995). Si los carbones aparecen junto a restos antropológicos, la madera sería el subproducto de actividades de incineración o cremación, bien formando parte del ritual o bien del proceso de acondicionamiento de la tumba. Si las hogueras no se asocian a restos humanos (ejemplos pueden ser Mamoá 4 de Chã de Parada (Jorge/Moreira 1987) y Cabras (Stockler/Varela 1995, en Stockler 1997) en la Serra da Aboboreira), la interpretación es más problemática y diversa, vinculada a aspectos rituales, de contenido simbólico o estrictamente funcionales.

Relacionados con el paisaje del entorno de la tumba

Los carbones dispersos, es decir, aquellos que no proceden de estructuras de combustión que se hayan podido detectar arqueológicamente, suelen ser los más habituales en las estructuras dolméricas y los de más difícil interpretación. Su origen puede ser múltiple y no se vinculan necesariamente a hogueras realizadas en la propia estructura. Los carbones podrían proceder por ejemplo de fuegos domésticos o rituales en áreas próximas, incendios antropogénicos para deforestar o aclarar el terreno o fuegos naturales (Tabla 1). Las implicaciones de

Conjunto	1	5.1	2	3.2	4	H
Tipo de contexto	Corredor Tramo 2 Zona Inferior	Corredor Tramo 1 Zona Superior	Cámara Zona Superior Campaniforme	Cámara Zona Inferior	Huesos humanos quemados Campaniforme	Hogar bajo Conjunto 4 Zona Inferior
¹⁴ C	4700±90	3950±80	3840±70	4000±70		
Pino	0.5%	3.3%		8.5%	0.8%	
Enebro			1.1%			
Tejo	71%	14.7%	16%	70.4%	0.8%	99.7%
Haya		4.9%	1.1%			
Encina	2.3%	8.2%	3.4%	1.4%		
Roble	24.8%	36%	14.9%	12.7%	1.7%	0.3%
Avellano			10.3%	1.4%	91.7%	
Rosáceas		4.9%	3.4%			
Endrino	0.9%	6.6%	10.3%	1.4%	5%	
Leguminosa			37.9%	2.8%		
Arraclán	0.5%					
Arce			1.1%			
Fresno		21.3%		1.4%		
Nº fragsm.	214	61	87	71	120	318

Tabla 1. Resultados antracológicos

uno u otro tipo de fuego son muy diferentes. A pesar de que hay especies que arderían mejor que otras, un fuego antropogénico destinado a deforestar y un fuego natural iniciado por un rayo tenderían a representar de forma más o menos aleatoria el paisaje vegetal existente en el entorno del dolmen. En cambio, en las hogueras domésticas o rituales no se puede descartar una selección del combustible.

Esta indefinición acerca del origen y modo de llegada del material al dolmen limita seriamente las posibilidades de nuestra interpretación. Cabe asumir que los carbones dispersos que aparecen en las tumbas representan al menos parte de la vegetación que existió en el entorno –con la problemática acerca de la cronología que discutiremos más tarde–. A diferencia del polen, cuya procedencia no es necesariamente local, los carbones de madera y otros macrorrestos ofrecen la ventaja de ser materiales de origen próximo y fácilmente datables por ¹⁴C AMS (Birks/Birks 2000). Su identificación ayuda a definir la composición del bosque en el pasado así como a señalar posibles procesos de antropización del paisaje, un tema particularmente relevante en el periodo que nos ocupa.

Relacionados con la subsistencia y economía de los grupos que construyeron y usaron la tumba

Si bien los dólmenes tenían por objeto recibir los muertos, quizá su razón de ser vaya más lejos, de hecho hay propuestas que los ligan al entramado social y económico del momento: como evidencia del arranque de las formas de vida productoras o como expansión de las mismas, con un claro papel simbólico, manifestación de áreas sagradas o de lugares de encuentro... (entre otros, Alday, *et alii* 1996; Andrés 1990, 1997; Arias 1997; González Morales 1992/1996; Jarman *et alii* 1982; Yarritu/Gorrotxategi 1995; Jorge, 1989).

Todas estas cuestiones han sido discutidas hasta el presente a partir de muy pocos datos bioarqueológicos. A pesar de que los dólmenes se han asociado más veces a las actividades pastoriles que a las agrícolas, lo cierto es que los restos arqueozoológicos son también escasos. Con los datos actuales, sabemos que la producción de alimentos es anterior a la construcción de los megalitos pero poco más. Aspectos cómo qué especies se cultivan, cuál es la importancia de los diferentes alimentos en la dieta humana, qué impacto tienen estas actividades en el medio, etc. no pueden ser abordados ni tan siquiera de forma somera. Es evidente que las estructuras funerarias presentan características propias a la hora de interpretar los restos de alimentos que se conserven en ellas, pero no por ello la información

que pueden proporcionar acerca de la subsistencia prehistórica deja de ser interesante.

La conservación por carbonización –por el momento la única que conocemos en dólmenes– supone que únicamente las partes de las plantas que han entrado en contacto con el fuego tienen posibilidades de sobrevivir. Cualquier alimento depositado en el recinto funerario tendría que entrar en contacto con el fuego antes de su putrefacción para poder conservarse y ser identificado de forma convencional, atendiendo a su morfología. Sin embargo, además de los depósitos directos de alimentos, las semillas han podido llegar acarreadas con la tierra del túmulo.

En el estado actual de la investigación, el potencial de los dólmenes para ofrecer información acerca de la presencia/ausencia de las prácticas agrarias o su importancia parece limitado. Aunque conocemos las dificultades de hacerlo, sería deseable que algunos dólmenes se muestrearan en extensión y con flotación para poder confirmar esta primera impresión, producto del estudio que hemos realizado sobre unas pocas y pequeñas muestras (Hirumugarrieta 2 y Dolmen 1 de Ordunte 2).

ESTRATEGIA DE MUESTREO Y SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE LOS MACRORRESTOS VEGETALES (SEMILLAS Y CARBONES) EN DÓLMENES

Es necesario diseñar estrategias adecuadas de muestreo y recuperación de macrorrestos vegetales durante el proceso de excavación de los dólmenes como una herramienta más en los estudios sobre los sistemas de subsistencia y la explotación del medio de las poblaciones del Neolítico Final y Calcolítico. Queremos recalcar que la madera y semillas, una vez carbonizadas, se conservan en cualquier tipo de sustrato, incluso en los ácidos. El principal problema de conservación que presentan es su fragilidad y facilidad para fragmentarse. En caso de que durante la excavación se observara material vegetal preservado de otra forma (por ejemplo, fragmentos de madera húmeda o seca) se debería contactar con un arqueobotánico cuanto antes para concretar cómo se pueden recuperar estos restos ya que son especialmente vulnerables.

Aquí apuntamos algunos consejos prácticos para recuperar el material carbonizado aunque siempre es aconsejable contactar previamente con la persona que vaya a realizar el análisis para acordar una estrategia de muestreo y un tratamiento de las muestras que sean correctos y a la vez factibles durante la excavación. Como labor prioritaria sería necesaria la criba de la totalidad de la tierra excavada. A diferencia del muestreo palinológico, que frecuen-

temente se puede abordar una vez concluida la excavación, la recuperación de los macrorrestos botánicos se debe plantear desde el inicio del trabajo de campo.

Material antracológico

- Los carbones dispersos se pueden recuperar adecuadamente mediante la criba en seco, usando una malla de al menos 3 mm de luz –aunque recomendamos la de 2 mm.– Si se decide cribar toda la tierra excavada, nuestra experiencia indica que el proceso de recogida no es muy costoso.

- La estrategia de muestreo variará en función de la dinámica de la propia excavación tomando muestras representativas de cada contexto: cámara, túmulo, corredor, área de entrada, agujeros, hogares o fuegos... La excavación reciente de los túmulos –y no únicamente de las cámaras– ha demostrado el enorme interés que ofrecen para comprender los procesos de construcción y uso de las tumbas. También su riqueza arqueobotánica suele ser alta.

- Es de interés excavar y tomar muestras de zonas adyacentes al propio dolmen, tanto el paleosuelo como la periferia, ya que puede ofrecer elementos comparativos de interés. Allí donde los dólmenes se agrupan en necrópolis, es interesante tomar muestras de las diferentes estructuras del conjunto ya que pueden proporcionar resultados divergentes

- La unidad de muestreo puede ser variable en función de la utilizada en la excavación (por ejemplo, si se utiliza una cuadrícula y una división artificial por capas, esta referencia puede ser válida también en el análisis arqueobotánico).

- Se deben señalar claramente las muestras que procedan de áreas que hayan podido ser objeto de remociones y violaciones. La identificación de estos restos puede ser un elemento independiente para valorar si una zona está alterada o no.

- Hemos comprobado que la flotación a mano o en máquina –aunque sea de una parte pequeña del sedimento– aumenta sensiblemente el número de fragmentos. Por ello esta técnica es recomendable cuando los carbones son escasos. La flotación además permite recuperar otro tipo de restos como las semillas. Como guía aproximada para valorar cuándo utilizar la flotación, sería deseable contar con un mínimo de unos 500 carbones > 2 mm por contexto arqueológico que se quiera analizar

- En el caso de áreas con carbones concentrados (hogares, restos de incineraciones...) es conveniente que todo el conjunto sea tratado por flotación o cribado con agua con una malla de 0.25 mm. Además de los carbones, el sedimento podría incluir otros restos menos visibles.

- Los carbones son frágiles. Dado que el fragmento

es la unidad que las antracólogas habitualmente utilizamos para cuantificar, es conveniente evitar la fragmentación accidental. Aconsejamos almacenar los carbones en contenedores rígidos (por ejemplo, tubos de película de fotografía) y no en bolsas o paquetes de aluminio.

Material carpológico

- Para recuperar otro tipo de macrorrestos arqueobotánicos (semillas, frutos...), es indispensable la utilización de una malla de 0.25 mm de luz, algo que exige el tratamiento del sedimento con agua, bien mediante flotación, bien mediante el cribado en el laboratorio con una torre de tamices (normalmente se usan cuatro: 2 mm/1 mm/0.5 mm/0.25 mm).

- Una vez secas, las muestras deben ser guardadas y etiquetadas con cuidado porque los restos carpológicos son muy frágiles.

- Es habitual en los dólmenes que la frecuencia de los restos sea baja, por lo que debería procesarse una cantidad de tierra importante. Nosotras proponemos un mínimo de 100 litros (unos 10 baldes de tierra) por contexto.

- Al igual que con otro tipo de restos, se deben tomar muestras independientes de todos los contextos excavados: cámara, túmulo, unidades individualizadas...

- Los restos botánicos relacionados con la agricultura y la subsistencia humana suelen ser más habituales en las áreas de habitación. Si se sospecha que éstas existen infrapuestas o yuxtapuestas a las tumbas, habría que privilegiar la toma de muestras en estas zonas.

UN CASO PRÁCTICO: ESTUDIO ANTRACOLÓGICO DEL DOLMEN DE COLLADO DEL MALLO (SIERRA DE CAMEROS, LA RIOJA)

Collado del Mallo es un sepulcro de que se localiza en el cordal montañoso que separa los ríos Iregua y Leza en la sierra riojana de Cameros. Ha sido excavado bajo la dirección de Carlos López de Calle en tres campañas (1994–96). El sepulcro consta de un túmulo con planta de tendencia elipsoidal cuyos ejes miden 14 y 19 m, una cámara poligonal de entre 7 y 8 m² delimitado por 7 ortostatos de arenisca y una zona de acceso con diversas áreas diferenciadas. Se ha recuperado un material abundante y diverso (microlitos, foliáceas, láminas, cerámicas lisas, campaniformes y de pastillas repujadas, botones de perforación en V, una cuenta de oro...) y se han reconocido tres fases (Neolítico, Calcolítico temprano y Calcolítico reciente con campaniforme) (López de Calle 1994, 1995; López de Calle/Illaraza

1997a, 1997b; López de Calle/Pérez Arrondo 1995; López de Calle/Tudanca 1997).

Los fragmentos de carbón se recuperaron tanto in situ como durante la criba de toda la tierra excavada (Tabla 1). Las unidades de muestreo diferenciadas en el estudio arqueobotánico se corresponden con los diferentes contextos identificados durante la excavación. Collado del Mallo ofrece un alto interés ya que existe: (1) una estratigrafía con dataciones y materiales que corroboran la existencia de determinados momentos de uso, (2) conjuntos de carbones concentrados y dispersos, y (3) en lo referente a los resultados antracológicos, una evidente variación relacionada con el contexto.

Atendiendo al modo de llegada del material al dolmen, las muestras de este sepulcro se pueden agrupar al menos en tres tipos:

Carbones asociados a huesos humanos carbonizados

El Conjunto 4 se recuperó en el Tramo 2 (descubierta) del corredor y está formado por huesos humanos acompañados de material campaniforme acaso residual, cerámica de pastillas repujadas, cerámica de formas redondeadas, algún fondo plano, foliáceos diversos y una gran cuenta de oro.

Los huesos humanos del Conjunto 4 de Collado del Mallo se asocian claramente a carbones de avellano –92% de la muestra, en algunos casos hemos podido observar que se trata de ramas de pequeño tamaño–, acompañados por otras maderas menos frecuentes (endrino, pino, tejo y roble). Una posibilidad es que la hoguera sea independiente a los enterramientos y que, por contacto pero sin intención, haya afectado a los huesos. Existen al menos otras dos hipótesis para explicar la asociación, sin que tengamos datos suficientes para posicionarnos por ninguna:

1. Los restos humanos del Conjunto 4 se quemaron utilizando principalmente madera de avellano como combustible. La presencia de incineraciones en estructuras funerarias del Neolítico Final–Calcolítico es un hecho relativamente frecuente cuya funcionalidad se nos escapa: ritual, procesos de acondicionamiento o limpieza de la tumba para introducir nuevos cuerpos, etc. Aunque la inhumación primaria parece ser la práctica más frecuente, en algunos yacimientos se documentan cremaciones que podrían ser tanto primarias como secundarias.
2. Los restos humanos –quizá ya descarnados– se quemaron introducidos o situados sobre alguna estructura fabricada con avellano. Proponemos esta hipótesis porque el avellano es una buena especie para la confección de entramados, contenedores y estructuras sustentantes de diferentes tipos. Ade-

más, a pesar de haber sido una especie muy abundante durante el Holoceno, no parece haber sido utilizada ampliamente como combustible, al menos en los fuegos domésticos –aunque pudo perfectamente darse una situación diferente en las cremaciones de restos humanos–.

Cualquiera de estas operaciones podrían haberse realizado in situ o en otro lugar y después haber transportado los restos hasta el dolmen.

Madera procedente de un hogar

Excepto un fragmento, todos los carbones del hogar situado en la base del monumento corresponden a madera de tejo. Desconocemos cuál puede ser su función. El análisis antracológico ha permitido individualizarlo de los restos de combustión del Conjunto 4, formados por madera de avellano, situados en cotas superiores y asociados a cremaciones humanas.

Carbones dispersos por el sedimento excavado, de procedencia indeterminada

Como discutiremos más tarde, los carbones dispersos ofrecen mayores dificultades de interpretación. En Collado del Mallo existe una clara variación de los resultados antracológicos asociada a los contextos y a la cronología, algo que, en combinación con los resultados del análisis palinológico de M^a J. Iriarte, permite abordar cuestiones relacionadas con la evolución del paisaje vegetal:

- a. En las muestras antracológicas más antiguas, procedentes de la zona inferior de la cámara (Conjunto 3.2) y el corredor (Conjunto 1), que corresponderían al Neolítico y al Calcolítico precampaniforme, predomina el tejo (70–71%) y existe una presencia importante de fragmentos de roble, algo que apunta a la presencia de formaciones de coníferas y robledales en la primera fase de uso (¿construcción?) del monumento. Desconocemos las proporciones de éstas y el grado de apertura del paisaje porque no existen muestras palinológicas de este momento y es probable que las muestras antracológicas se hallen sesgadas por la presencia de una hoguera realizada con tejo en la base del dolmen así como por la selección de la madera de esta especie, un combustible y una materia prima excelente.
- b. En la muestra de la zona superior del corredor (Conjunto 5.1) la importancia del tejo es menor y abundan los taxones característicos de formaciones mixtas de árboles caducifolios (roble, fresno, avellano, rosáceas y haya).
- c. En la ocupación más reciente de la cámara (Conjunto 2), con material campaniforme, destaca la mayor variedad de especies identificadas así como el

alto porcentaje de leguminosas, posible indicador de la apertura del paisaje aunque también están todavía presentes los taxones que han sido importantes con anterioridad: tejo, roble y avellano.

La presencia de los bosques caducifolios durante el Calcolítico así como la apertura posterior del paisaje en el momento campaniforme estarían avaladas por los datos procedentes del estudio palinológico (M^a J. Iriarte, com. personal).

DISCUSIÓN

Carpología

Las escasas muestras de flotación que una de nosotras (LZ) ha podido analizar (dos de Hirimugarrieta 2 en Bilbao y una del hogar infrapuesto al Dolmen 1 de Ordunte en Burgos) no han proporcionado restos carpológicos (alimentos vegetales, granos de cereal, semillas...), sino únicamente antracológicos. Esto puede deberse al menos a dos motivos: 1) No se ha procesado ningún dolmen a gran escala. Es posible que los restos existan pero que no los hayamos encontrado por una estrategia de muestreo insuficiente; 2) Los restos son inexistentes o extremadamente escasos porque no se han depositado o porque no ha habido ocasión de que entraran en contacto con el fuego y de esta manera preservarse.

Con la información que manejamos, parece que el potencial de las tumbas para ofrecer datos arqueobotánicos relacionados con la subsistencia es bajo. Esto no quiere decir que los muestreos no deban hacerse. Es más, en el estado actual de la investigación, con muy pocos dólmenes en los que se ha realizado flotación, sería interesante estudiar un número mayor de muestras para poder llegar a alguna conclusión más fundamentada. Para abordar cuestiones relacionadas con la subsistencia, sería deseable analizar las zonas de habitación de los constructores de las tumbas, ya que en ellas existen más posibilidades de que se manipularan los alimentos y de que estos entraran en contacto con el fuego. A pesar de que las excavaciones en extensión son casi inexistentes, parece posible que, al menos en algunos casos, las tumbas y los lugares de habitación o explotación económica convivan en un mismo espacio (Blas 1996; Delibes *et alii* 1997; Delibes/Zapatero 1996; Díez Castillo 1996; Gorrochategui/Yarritu 1990; Yarritu/Gorrotxategi 1995b; Zapatero 1991).

Las evidencias de agricultura prehistórica recuperadas en la Península Ibérica demuestran que, al menos en las zonas meridionales e interiores, la agricultura es anterior al primer megalitismo. Una serie de evidencias indirectas –ocupación de zonas altas,

presencia de molinos, episodios de deforestación, etc.– apoyan la imagen de unas sociedades agrícola–pastoriles en expansión. Los restos de cereal recuperados en yacimientos no funerarios de la costa vasca también demuestran que, también en la vertiente atlántica, la agricultura ya era practicada al menos de forma simultánea a la construcción de los primeros dólmenes y posiblemente con anterioridad (Zapata 2002). Sin embargo, los datos directos procedentes de megalitos son prácticamente inexistentes. Con el fin de poder concretar estas cuestiones, además de tomar muestras en los dólmenes y en su entorno, sería deseable que algunas de las evidencias indirectas de agricultura –como los molinos o piezas de hoz recuperados en las tumbas– fueran objeto de estudios traceológicos y de microrrestos que permitieran discriminar su función. Así mismo, allí donde se conservan restos antropológicos, los estudios de paleodietas pueden ayudar a valorar la importancia del componente vegetal en la dieta humana.

Antracología

El carbón de madera es el macrorresto vegetal más abundante en los yacimientos dolméricos. Una cuestión importante es cuál es la representatividad ecológica y cultural de los resultados antracológicos. Si ésta es una pregunta siempre presente con el carbón procedente de áreas de habitación, tiene más sentido aquí, en los yacimientos funerarios. En realidad, la interpretación se vincula a dos aspectos fundamentales: (1) la relación cronológica del material antracológico con la estructura, es decir, ¿son contemporáneos los carbones con el momento de construcción o de uso de la tumba?, y (2) el modo de carbonización de la madera: producto de incendios naturales, subproductos de fuegos domésticos cercanos, etc. Cuantos más datos tengamos para concretar estas cuestiones, mejor será nuestra interpretación.

Marco cronológico de los carbones

Empecemos por el **marco cronológico**. En el espacio funerario que ocupa un dolmen se pueden distinguir áreas con un desarrollo temporal variable (Delibes/Rojo 1997; Yarritu/Gorrotxategi 1995a). Esto implica que los carbones pueden corresponder a diferentes momentos que pueden estar muy separados en el tiempo:

a. **El área exterior al dolmen:** pueden existir materiales anteriores, coetáneos y posteriores a la construcción y uso del monumento aunque las excavaciones sistemáticas de las zonas periféricas a los dólmenes son casi inexistentes.

b. **El paleosuelo y la base del dolmen:** contiene materiales anteriores a la construcción del dolmen.

Allí donde los carbones se han datado, podemos constatar que las fechas son más antiguas que las de los túmulos, aunque en ocasiones sólo ligeramente (v. ejemplos en Yarritu y Gorrotxategi 1995a, p. 192–193). La base del dolmen también podría incluir carbón resultante del acondicionamiento del entorno para erigir el monumento, por ejemplo mediante la quema de la vegetación. Este material proporcionaría una datación sincrónica a la propia construcción.

c. **Núcleo terroso y cámara:** puede incluir elementos anteriores y/o coetáneos a la construcción y uso de las estructuras. Los elementos más antiguos han podido venir acarreados con el aporte para construir las estructuras.

d. **Capa superficial:** los materiales más frecuentes son los contemporáneos aunque por erosión o remociones también puede aflorar material antiguo.

Modo de llegada de los carbones al dolmen

El **motivo de la carbonización** es un aspecto frecuentemente difícil de determinar. Los carbones de una tumba pueden reflejar actividades varias, mucho más difíciles de concretar que en un yacimiento de habitación donde, si nada indica lo contrario –por ejemplo, si no se documentan actividades industriales ni incendios–, asumimos que la mayor parte del carbón constituye el subproducto de fuegos domésticos. Algunos carbones son el resultado de actividades directamente relacionadas con el monumento –incineración de restos humanos, acondicionamiento del entorno, etc.– mientras que otros pueden tener un origen externo y haber sido transportados al dolmen desde el entorno más o menos cercano, bien por medios naturales o bien acarreados con la tierra de relleno de la estructura (Tabla 2). Por desgracia, muchas de estas cuestiones son imposibles de determinar y en ello radica la principal limitación interpretativa.

Carbones concentrados vs carbones dispersos

Los carbones se localizan en los dólmenes de dos maneras principales: concentrados y dispersos. Entre los **carbones concentrados**, aquí hemos presentado dos ejemplos: (1) una concentración de carbones asociados a huesos humanos, y (2) una hoguera en la base del dolmen Collado del Mallo. En ambas muestras existe un predominio absoluto de un único taxón: en el primer caso avellano y en el segundo tejo. La existencia de pocos taxones en estas muestras antracológicas se puede relacionar con el hecho de que el combustible responda a fuegos puntuales y por lo tanto a pocas recogidas de leña, hecho que acentúa el sesgo que plantea la selección humana de la madera (Chabal 1997).

PROCEDENCIA DE LOS CARBONES RECUPERADOS EN LOS DÓLMENES
Carbones concentrados
EN EL PALEOSUELO
Hogueras de ocupaciones previas a la construcción del dolmen, sin relación directa con él
Hogueras rituales “fundacionales”
EN LA CÁMARA O TÚMULO
Hogueras asociadas a huesos humanos: ritual, limpieza, etc.
Hogueras sin huesos humanos: ¿ritual?
Carbones dispersos
EN EL PALEOSUELO
Fuegos naturales en el entorno
Fuegos domésticos de áreas próximas
Fuegos antropogénicos para deforestar (usos agrícolas y ganaderos)
Fuegos para acondicionar el entorno en el que se va a construir la tumba
EN LAS CÁMARAS Y TÚMULOS
Fuegos naturales en el entorno
Fuegos antropogénicos para deforestar (usos agrícolas y ganaderos)
Fuegos domésticos de áreas próximas
Fuegos rituales en el entorno
Fuegos en el propio dolmen: ritual, higiene, limpieza...

Tabla 2. Algunas propuestas acerca del origen de los carbones que encontramos en los dólmenes.

Como vemos, lo fundamental en la interpretación de los carbones concentrados es su clave cultural: son un indicio directo de la actividad humana. Sin embargo, tampoco son despreciables las implicaciones paleoecológicas que tienen. Aunque limitados, estos carbones resultan válidos para realizar estudios de presencia de especies, con la ventaja de que ofrecen una información inmediata, directa y datable acerca del uso que el grupo humano estudiado hacía de los recursos vegetales de su entorno. Como es lógico, la definición concreta de ese medio debe realizarse utilizando otras evidencias paleoambientales menos sesgadas por la intervención antrópica.

Es muy difícil concretar cuál es la representatividad ecológica de los carbones dispersos en los dólmenes. La interpretación debe realizarse con mucha

prudencia, primando los estudios de presencia/ausencia de especies (Willcox 1974; 1991) y, en todo caso, sugiriendo tendencias generales. Por ejemplo, en todos los dólmenes que una de nosotras (LZ) ha estudiado en Bizkaia y en el Valle de Mena (Burgos) los robles son el taxón mayoritario y es también relativamente importante el avellano. Estos resultados coinciden con los procedentes de otras disciplinas paleoecológicas y reflejan que los robledales eran las formaciones dominantes en el entorno de las tumbas durante el periodo de su construcción. Sin embargo, a partir de los datos antracológicos no podemos evaluar adecuadamente el grado de apertura del paisaje ni la importancia real de las diferentes especies aunque sí podemos hacer algunas sugerencias. Las formaciones arbustivas que hemos podido identificar en las muestras antracológicas de la base y paleosuelos de algunos dólmenes estudiados reflejan la existencia de zonas abiertas que probablemente son consecuencia de las actividades humanas desarrolladas en el entorno (Vernet/Figueiral 1993; Zapata 2002).

Por otro lado, los resultados antracológicos pueden ser útiles para los responsables de la excavación como una evidencia contextual independiente. Por ejemplo, para comprender la dinámica de construcción de las estructuras, es interesante comprobar la total homogeneidad de los resultados de los niveles 1, 2 y 3 del túmulo de Cotobasero 2, la ausencia de diferencias entre los resultados de cámaras y túmulos de los dólmenes vizcainos o comprobar cómo los diferentes contextos y cronologías de Collado del Mallo muestran resultados antracológicos claramente diferentes.

CONCLUSIONES

La construcción y uso de los dólmenes es paralela a los procesos de desarrollo y afianzamiento de las sociedades agrícola-ganaderas de la Península Ibérica, algo que enlaza directamente con temas clave de la investigación arqueobotánica como el origen de la agricultura, el desarrollo del paisaje vegetal que hoy conocemos o el impacto antrópico en el medio. Para poder llevar a cabo estudios antracológicos y carpológicos es fundamental: 1) diseñar una estra-

tegia de muestreo que sea representativa de todas las unidades excavadas y 2) recuperar los restos de forma adecuada. Esto exige una recogida en la criba (2-3 mm de luz) en el caso de los carbones y la utilización de una malla de 0.25 mm en el caso de las semillas. La flotación con una malla de este tamaño permite la recuperación de ambos tipos de material.

El estudio de los macrorrestos vegetales que se conservan en los dólmenes presenta muchos de los problemas que tienen otros restos que allí se recuperan [Cava, 1984 #883]: posibles selecciones por tratarse de un espacio funerario, uso prolongado en el tiempo y por lo tanto alteraciones ya desde época prehistórica, intrusiones y exploraciones modernas... en definitiva dificultades para garantizar asociaciones consistentes. Sin embargo, nuestra experiencia indica que la información arqueobotánica dolménica es limitada pero en absoluto despreciable, sobre todo en áreas la vertiente atlántica peninsular donde los materiales arqueológicos son en general tan escasos.

Al igual que otros yacimientos arqueológicos, el estudio de dólmenes necesita de una aproximación interdisciplinaria. Las conclusiones derivadas de los análisis de macrorrestos vegetales se pueden beneficiar particularmente de la información proporcionada por los análisis: a) de polen tanto de depósitos no antrópicos como de los mismos dólmenes, b) de fitolitos tanto de las tierras como en objetos (superficies de molinos, por ejemplo) y c) los estudios traceológicos realizados en artefactos líticos.

La investigación arqueobotánica en dólmenes se encuentra todavía en una fase incipiente. Esperamos que el desarrollo de la disciplina permita definir en el futuro algunas de las conclusiones y observaciones metodológicas que aquí sólo perfilamos.

Agradecimientos

Agradecemos a A. Alday (UPV/EHU) por la lectura y sugerencias relacionadas con el texto. Lydia Zapata cuenta con una Beca postdoctoral del Gobierno Vasco de Formación de Investigadores (Ref. BFI01.12). Este trabajo se enmarca en la investigación del Grupo Consolidado de la UPV/EHU 9/UPV00155.130-14570/2002.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDAY, A. CAVA, A., MUJICA, J.A. 1996**, El IV milenio en el País Vasco: transformaciones culturales, *Rubricatum* 1(2), 745–755.
- ANDRÉS, M.T., 1977** Las estructuras funerarias del neolítico y Eneolítico en la Cuenca Media del Ebro: Consideraciones críticas, *Príncipe de Viana* 146–147, 127–138.
- ANDRÉS, M. T. 1990**, El fenómeno dolménico en el País Vasco, *Munibe (Antropología–Arkeologia)* 42, 141–152.
- ANDRÉS, M.T., GARCÍA, M^a L., SESMA, J. 1997**, *El sepulcro calcolítico de Tres Montes (Las Bárdenas Reales, Navarra)*, Fundación Rei Alfonso Henriques, Zamora.
- ARIAS, P. 1995**, La cronología absoluta del Neolítico y el Calcolítico de la región cantábrica, Estado de la cuestión, *Cuadernos de Sección. Prehistoria–Arqueología* 6, 15–39.
- ARIAS, P. 1997**, ¿Nacimiento o consolidación? El papel del fenómeno megalítico en los procesos de neolitización de la región cantábrica, in Rodríguez Casal, A: (ed.) *O Neolítico Atlántico e as Orixes do Megalitismo*, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 371–389.
- BIRKS, H.H., BIRKS, H.J.B. 2000**, Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils, *Journal of biogeography* 27, 31–35.
- BLAS, M.A. DE 1996**, Espacio funerario–espacio económico: las sugerencias del registro arqueológico en el entorno de un dolmen de montaña, *Humanitas. Estudios en Homenaxe ó Prof. Dr. Carlos Alonso del Real*, 125–150.
- BLAS, M.A. DE 1997**, Megalitos en la región cantábrica: una visión de conjunto, in Rodríguez Casal, A.I (ed.) *O Neolítico Atlántico e as Orixes do Megalitismo*, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 311–334.
- BLAS, M.A. DE 2000**, La Prehistoria postpaleolítica cantábrica: de la percepción de las similitudes neolíticas a la irregularidad documental en las etapas metalúrgicas, Oliveira Jorge, V. (ed.) *Actas do 3º Congreso de Arqueología Peninsular*, ADECAP, Porto, 33–47.
- BURJACHS, F. 1990**, *Palinología dels dolmenes de l'Alt Empordà i dels diposits quaternaris de la cova de l'Arbreda (Serinyà, Pla de l'Estany) i del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa). Evolució del paisatge vegetal i del clima des de fa més de 140.000 anys al NE de la Península Ibèrica*, Bellaterra, Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, edición microfotogràfica.
- CAVA, A. 1984**, La industria lítica en los dólmenes del País Vasco meridional, *Veleia* 1: 51–145.
- CHABAL, L. 1997**, *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie*, Documents d'Archéologie Française 63, Maison de Sciences de l'Homme (ed.), Paris.
- CRUZ, D. J. 1995**, Cronologia dos monumentos com tumulus do Noroeste peninsular e da Beira Alta, *Est. Pré-Históricos* 3, 81–120.
- CRUZ, D. J. 1997**, Aspectos do megalitismo da Beira Alta. Livro do Colóquio A Pré-história na Beira Interior, Tondela, 1997, *Centro Est. Pré-históricos da Beira Alta*, 15–18.
- DELIBES G. 1995**, Ritos funerarios, demografía y estructura social entre las comunidades neolíticas de la submeseta norte, in Fábregas, R., Pérez, F., Fernández Ibáñez, C. (eds.), *Arqueoloxía da Morte na Península Ibérica desde as orixes ata o Medioevo*, Concello de Xinzo de Limia, Xinzo de Limia, 61–94.
- DELIBES, G., BENET, N. Y PÉREZ, R., ZAPATERO, P. 1997**, De la tumba dolménica como referente territorial, al poblado estable: notas sobre el hábitat y las formas de vida de las comunidades megalíticas de la submeseta norte, in Rodríguez Casal, A. (ed.) *O Neolítico Atlántico e as Orixes do Megalitismo*, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 779–808.
- DELIBES, G., ROJO, M.A. 1997**, C14 y secuencia megalítica en La Lora burgalesa: acotaciones a la problemática de las dataciones absolutas referentes a yacimientos dolménicos, in Rodríguez Casal, A. (ed.) *O Neolítico Atlántico e as Orixes do Megalitismo*, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 391–414.
- DELIBES, G., ZAPATERO, P. 1996**, De lugar de habitación a sepulcro monumental: una reflexión sobre la trayectoria del yacimiento neolítico de La Velilla, en Osorno (Palencia), *Rubricatum* 1, 337–348.
- DÍEZ CASTILLO, A. 1996**, Una cabaña neolítica en los Picos de Europa, *Rubricatum* 1, 349–356.
- FIGUEIRAL, I. 1994**, Mamoas da Arcã. Resultados da Análise Antracológica, *Actas do Seminario O Megalitismo no Centro de Portugal*, 285.
- FIGUEIRAL, I. 1995**, Mamoas 1 e 2 do Alto da Portela do Pau (Castro Laboreiro, Melgaço): Resultados preliminares do estudo antracológico, *Trabalhos de Antropologia e Etnologia* 34(3–4), 227–232.

- FIGUEIRAL, I. 1997**, Necrópole do Paranho (Molelos, Tondela): Resultados da análise dos carvões vegetais, *Est. Pré-Históricos* V, 121–122.
- FIGUEIRAL, I. 1998**, Casinha Derribada – monumento 3 (Mundão, Viseu), Os carvões de origem vegetal, *Conimbriga* XXXVII, 83–87.
- FIGUEIRAL, I. 1999**, Tumuli da Senhora da Ouvida (Castro Daire, Viseu). A contribuição da Antracologia, *Est. Pré-Históricos* VII, 163–166.
- FIGUEIRAL, I. 2001**, Restos vegetais carbonizados do Alto Paiva (Beira Alta), *Est. Pré-Históricos* IX, 57–67.
- FIGUEIRAL, I., SANCHES, M.J. 1998–1999**, A contribuição da Antracologia no estudo dos recursos florestais de Trás-os-Montes e Alto Douro durante a Pré-História recente, *Portugália*, n.s. XIX–XX, 101.
- GALVÁN, V. JUAN, J., PINILLA, A., GALVÁN, J., GONÇALVES, A.H. 1995**, Nuevas aportaciones arqueobotánicas al conocimiento del paisaje megalítico en el Noroeste Peninsular. estudio de fitolitos de la Mamoia 1 de Madorras (S. Lourenço de Ribapinhão, Sabrosa, Portugal), *Actas 1º Congresso de Arqueologia Peninsular, 1993, Porto, Trabalhos de Antropologia e Etnologia* 35 (2), 433–449.
- GOMES, L. F. C. G. 1996**, *A necrópole megalítica de Lameira de Cima (Penedono – Viseu)*, *Est. Pré-Históricos* IV.
- GONZÁLEZ MORALES, M.R. 1992**, Mesolíticos y megalíticos: la evidencia arqueológica de los cambios en las formas productivas en el paso al megalítico en la Costa Cantábrica. En A. Moure (ed.) *Elefantes, Ciervos y Ovicaprios. Economía y aprovechamiento del Medio en la Prehistoria de España y Portugal*, Universidad de Cantabria, Santander, 185–202.
- GONZÁLEZ MORALES, M.R. 1996**, La transición al neolítico en la Costa Cantábrica: la evidencia arqueológica, *Rubricatum* 1(2), 879–885.
- GORROCHATAGUI, J., YARRITU, M.J. 1990**, El Complejo Cultural del Neolítico Final–Edad del Bronce en el País Vasco Cantábrico, *Munibe (Antropología–Arqueología)* 42, 107–123.
- IRIARTE, M. J. 1995**, Análisis palinológico del monumento megalítico de La Boheriza 2 (Karrantza, Bizkaia), *Kobie (Serie Paleoantropología)* XXII, 58–61.
- IRIARTE, M. J. 1997**, El entorno arqueobotánico de la estación megalítica de Ataun–Burunda (Gipuzkoa). Los dólmenes de Praalata y Aitxu (Ataun–Idiazabal), *Isturitz* 7, 131–143.
- JARMAN, M.R., BAILEY, G.N., JARMAN, H.N. 1982**, *Early European Agriculture. Its foundations and development*, Cambridge University Press, Cambridge.
- JORGE, V. O. 1988**, Campo Arqueológico da Serra da Aboboreira. Arqueologia do Concelho de Baião. *Resultados de 10 anos de Trabalho. Arqueologia* 17, 5–27.
- JORGE, V. O. 1989**, Arqueologia social dos sepulcros megalíticos atlânticos: conhecimentos e perspectivas actuais, *Rev. Faculdade de Letras, II série* VI, 364–443.
- JORGE, V. O., MOREIRA, M. M. 1987**, Escavação da mamoa 4 de Chã de Parada (Baião, 1987), *Arqueologia* 16, 40–50.
- JUAN TRESSERAS, J. 1994**, El paleosuelo de la Mamoia 1 das Madorras (Sabrosa, Portugal). Primeros resultados Geoarqueológicos y Arqueobotánicos, *Actas Seminário 'O Megalitismo no Centro de Portugal'*, *Mangualde* 241–248.
- JUAN-TRESSERAS, J., GALVAN, V., PINILLA, A. 1995**, Análisis de fitolitos y minerales conservados en las superficies activas de los elementos macrolíticos de molido de la mamoa 1 de Madorras (Sabrosa, Vila Real, Portugal), *Est. Pré-Históricos* III, 161–166.
- KALB, P. 1994**, Reflexões sobre a utilização de necrópoles megalíticas na Idade do Bronze. *Actas Seminário "O megalitismo no centro de Portugal"*, Mangualde, 1992, *Est. Pré-Históricos* 2, 415–426.
- LÓPEZ, P. Y LÓPEZ, J.A. 1993**, Estudio polínico de cuatro túmulos megalíticos en la Cuenca del Río Lardra (Lugo, Galicia), *Trabajos de Prehistoria* 50, 235–247.
- LÓPEZ DE CALLE, C. 1994**, *Excavación del sepulcro megalítico de Collado del Mallo (Trevijano). 1994.*
- LÓPEZ DE CALLE, C. 1995**, *Excavaciones en el sepulcro megalítico de Collado del Mallo (Trevijano). 1995.*
- LÓPEZ DE CALLE, C., ILARRAZA, J.A. 1997a**, Condenaciones y remodelaciones. Una respuesta a las estratigrafías de los sepulcros megalíticos de Cameros, in Balbín, R., Bueno, P. (eds.) *II Congreso de Arqueología Peninsular*, Fundación Rei Afonso Henriques, Zamora, 309–321.
- LÓPEZ DE CALLE, C., ILARRAZA, J.A. 1997b**, Fases antiguas del megalitismo de Cameros (La Rioja): caracterización y cronología, in Rodríguez Casal, A. (ed.) *O Neolítico Atlántico e as Orixes do Megalitismo*, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 415–430.

LÓPEZ DE CALLE, C., TUDANCA, J.M. 1997, *Más allá de la memoria: los dólmenes de Cameros. Arquitectura funeraria de las comunidades neolíticas de la Sierra. Catálogo de exposición*, Centro Cultural Caja de La Rioja, Logroño.

LÓPEZ DE CALLE, C., PÉREZ ARRONDO, C.L. 1995, Fechas de radiocarbono y fases de ocupación en los sepulcros megalíticos de Cameros (La Rioja), *Cuadernos de Sección. Prehistoria-Arqueología* 6, 343–360.

MALUQUER DE MOTES, J. 1974, En torno a la cultura megalítica de la Rioja Alavesa. *Estudios de Arqueología Alavesa* 6, 83–90.

MASSET, C. 1993, *Les dolmens. Sociétés néolithiques et pratiques funéraires*, Errance, París.

MUJICA, J.A., ARMENDÁRIZ, A. 1991, Excavaciones en la estación megalítica de Murumendi (Beasain, Gipuzkoa), *Munibe (Antropología-Arqueología)* 43, 105–165.

PINTO DA SILVA, A.R. 1982, Achados de origem vegetal nas explorações arqueológicas realizadas em Baião de 1978 a 1981, *Arqueologia* 5, 71–75.

PINTO DA SILVA, A.R. 1988, Os achados de origem vegetal no Campo Arqueológico da Serra da Aboboreira desde 1982 a 1987, *Arqueologia* 17, 175–176.

SANCHES, M. J. 1991, Monumentos sob tumuli e recursos ecológicos no Planalto Mirandês–Leste de Trás-os-Montes, in Queiroga, F., Dinis, A.P. (eds), *Paleoecologia e Arqueologia II*, Centro Estudos Arqueol. Famalicenses, V.N. Famalicão, 77–110.

SILVA, E. J. 1994, Megalitismo no norte de Portugal: o litoral minhoto. *Actas Seminário 'O megalitismo no centro de Portugal*, Mangualde 1992, Centro Estudos Pré-históricos da Beira Alta, Viseu, 157–169.

SILVA, F. P. 1994, Túmulos do Centro-Norte Litoral. Prolegómenos a uma periodização, *Trab. Arqueologia da EAM* 2, Colibri, Lisboa, 9–33.

SILVA, I. 1992, Mamoia 1 da Chã do Carvalhal. Resultados preliminares da análise polínica, in Cruz, D.J., *A Mamoia 1 de Chã do Carvalhal (Serra da Aboboreira)*, Coimbra, 141–151.

STOCKLER, C. 1997, En torno da cronologia do megalitismo da Serra da Aboboreira: novas datas de 14C da Mamoia de Cabras (Amarante), *Livro do Colóquio A Pré-história na Beira Interior*, Nov. 1997, 18–20.

VEGAS, J.I. 1994, Desarrollo cronológico del fenómeno megalítico en la vertiente mediterránea del País Vasco, *Illunzar* 2, 21–28.

VERNET, J.-L., FIGUEIRAL, I. 1993, The Highlands of Aboboreira (North–West Portugal): Ecological conditions from Middle/Late Neolithic to Early Bronze Age. Evidence from charcoal analysis, *Oxford Journal of Archaeology* 12 (1), 19–28.

YARRITU, M.J., GORROTXATEGI, J. 1995, El megalitismo en el Cantábrico Oriental. Investigaciones arqueológicas en las necrópolis megalíticas de Karrantza (Bizkaia), 1979-1994, La necrópolis de Ordunte (Valle de Mena, Burgos), 1991–1994, *Cuadernos de Sección. Prehistoria-Arqueología* 6, 155–198.

WILLCOX, G. 1991, Cafer Höyük (Turquie): Les charbons de bois néolithiques, *Cahiers de l'Euphrate* 5-6, 139-150.

WILLCOX, G. 1974, A history of deforestation as indicated by charcoal analysis of four sites in Eastern Anatolia, *Anatolian Studies* 24, 117-133.

ZAPATA, L. 2002, *Origen de la agricultura en el País Vasco y transformaciones en el paisaje: Análisis de restos vegetales arqueológicos. Kobie. Anejo 4*, Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao.

ZAPATERO, P. 1991, Sobre las relaciones entre Neolítico interior y Megalitismo. Notas sobre el túmulo de La Velilla, en Osorno (Palencia), *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* LVII, 53–61.

LA RECUPERACIÓN DE MATERIALES ARQUEOBOTÁNICOS EN CONTEXTOS URBANOS

GUILLEM PÉREZ JORDÁ¹
ELENA GRAU ALMERO¹
DAVID DUQUE ESPINO²

INTRODUCCIÓN

En parte de nuestras ciudades históricas a partir principalmente de los años 80 se inicia una importante actividad arqueológica. Intervenciones que generalmente vienen condicionadas por la realización de obras que van afectar a los niveles arqueológicos que en ellas se encuentran y que entran dentro de lo que se ha acabado denominando excavaciones de urgencia o no programadas. Esta actividad, condicionada por el gran desarrollo urbanístico que se ha producido en estas últimas décadas, ha propiciado que una gran parte de las intervenciones arqueológicas realizadas se desarrollen en el interior de los núcleos urbanos, afectando a niveles que suelen abarcar desde época romana hasta la actualidad.

Mientras que el desarrollo de los trabajos arqueobotánicos en asentamientos "rurales", ha tenido un cierto desarrollo, la realidad en los núcleos urbanos es mucho más pobre. Exceptuando casos puntuales como los de ciertas intervenciones en Granada (Canal *et alii* 2001), Valencia (Grau Almero 1990), Irún (Peña-Chocarro/Zapata 1996) y Lleida (Alonso, com. oral), la recuperación y estudio de los restos de carbones y semillas no ha formado parte de los proyectos desarrollados.

En este trabajo partimos de la base de que no es posible que se de una presencia permanente del arqueobotánico durante todo el transcurso de la excavación. Más teniendo en cuenta la importante cantidad de intervenciones que se pueden estar realizando al mismo tiempo en una misma ciudad. Partiendo de esta premisa pretendemos establecer unos criterios mínimos que permitan a los arqueólogos que dirigen los trabajos de campo realizar la parte fundamental de la toma de muestras y de su procesado antes de llegar al laboratorio. Trabajo que debe estar previamente diseñado por los directores junto al arqueobotánico, aunque el mismo desarrollo de la excavación exigirá una continua adaptación.

CARACTERÍSTICAS DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO URBANO

El registro arqueológico en los núcleos urbanos es similar al que podemos encontrar en cualquier asentamiento en el que se produzca una ocupación prolongada en el tiempo. Suele estar formado por una sucesión de ocupaciones bien de manera continuada o bien con periodos de abandono. Estas características originan una estratigrafía compleja en la que las estructuras más modernas suelen afectar de manera importante a las más antiguas. Esta alteración se acrecienta ante la mayor entidad de las obras que se desarrollan a medida que nos vamos acercando al mundo contemporáneo.

Por otra parte, el carácter urbano de estos asentamientos suele originar una cantidad importante de desechos que en muchos casos se encuentran depositados entre las mismas áreas de habitación, o de vertidos de las áreas artesanales que, tradicionalmente, se han ubicado hasta el presente siglo en el interior de las ciudades. Esta importante concentración de basureros en el interior del núcleo urbano constituye una destacada fuente de información para los estudios paleobotánicos.

Junto al trabajo tradicional de la arqueología que suele desarrollarse en el subsuelo, hay que valorar también el interés del estudio de las estructuras históricas conservadas de cota 0 hacia arriba. Actualmente empieza a generarse la incorporación de arqueólogos en los proyectos de consolidación y restauración de edificios, construcciones que en ciertos casos pueden haber estado edificadas incluso en época medieval. Junto al estudio documental en muchos casos, a través de la estratigrafía muraria, es posible determinar el momento de construcción de las diferentes áreas, incluyendo aquellos elementos realizados con madera (vigas, viguetas, marcos, forjados, alfarjes, etc.).

ZONAS DE MUESTREO

En principio las unidades en las que se realizará el muestreo serán aquellas en las que la fiabilidad estratigráfica sea buena, centrándose especialmente donde se observen concentraciones de materia orgánica, restos de fauna, elementos constructivos de madera, etc. Hemos agrupado las unidades en dos grandes grupos. Por un lado aquellas en las que se produce una acumulación de diferentes elementos que no es posible diferenciarlos individual-

1. Dept. de Prehistoria i Arqueologia. Universitat de València
2. Área de Prehistoria. Universidad de Extremadura

mente (grupo 1) y por otra aquellos casos (grupo 2) en los que la conservación del material permite una individualización (material constructivo, mangos de herramientas, etc.).

Grupo 1

– **Rellenos de canales:** las canales construidas desde época romana constituyen un lugar en el que se acumulan de manera destacada residuos que suelen contener una cantidad importante de restos orgánicos, proceso que facilita no sólo la conservación por carbonización, sino que facilita en muchos casos la mineralización.

– **Pozos:** en los ámbitos urbanos se detectan con frecuencia pozos destinados tanto a la extracción de agua como a la eliminación de residuos. Al mismo tiempo son estructuras que al dejar de estar en uso suelen ser amortizadas con basuras.

– **Fosas:** es habitual la presencia de estructuras excavadas en tierra, bien para su uso como silos o bien para la extracción de material de construcción que en la mayor parte de los casos son colmatadas con basuras.

– **Áreas artesanales:** en estas áreas es frecuente encontrar tanto concentraciones de materia orgánica en el interior mismo de las estructuras una vez abandonadas (cubetas, hornos, etc.) como importantes vertidos en el mismo suelo o en las fosas y pozos cercanos que se utilizan como vertederos.

– **Niveles de ocupación:** en los suelos de las viviendas y de las calles se acumulan residuos que en caso de darse unas buenas condiciones de conservación pueden ser recuperados.

– **Rellenos:** las reestructuraciones urbanas, riadas, etc.; provocan la creación de una serie de paquetes de rellenos en los cuales en ciertos casos es habitual la presencia de materia orgánica.

Grupo 2

– **Niveles de incendio:** en algunos casos en las viviendas destruidas por un incendio no se procede a una posterior retirada de los escombros, originándose de esta manera un área en la que se puede recoger una información destacada tanto de los elementos constructivos conservados por la carbonización, como de los restos que pudieran encontrarse en el interior de las viviendas (herramientas, concentraciones de frutos o semillas, etc.).

– **Elementos constructivos:** la utilización de la madera como elemento constructivo en los edificios históricos nos permite recuperar muestras de estos elementos.

SISTEMA DE MUESTREO

Como ya hemos indicado anteriormente el muestreo debe centrarse en aquellos estratos o elementos constructivos con una buena fiabilidad estratigráfica, con una cronología bien definida y con una presencia destacada de materia orgánica. En la mayor parte de los contextos en los que trabajamos, la conservación del material paleobotánico se produce por la carbonización del mismo, sólo excepcionalmente se documenta material en condiciones anaeróbicas. Al mismo tiempo debemos procurar que la cantidad de material recuperado sea suficiente para poder hacer una lectura estadística del mismo (Murray/Rackham 1990). Por esto, y teniendo en cuenta la dificultad de realizar una valoración de estas características durante el transcurso de la excavación, aconsejamos siempre la recogida de una cantidad de material destacada, de manera que sea durante el proceso de estudio del mismo cuando se determine el interés de realizar algún tipo de submuestreo.

El trabajo sistemático en un mismo asentamiento ha permitido en algunos casos determinar el volumen a muestrear para los diferentes tipos de U.E., volumen que se define tras la realización de un test previo sobre una muestra de 20 l (Buxó 1990, 1993; Alonso 1992), tratando para las muestras ricas en material hasta 300 l. de sedimento. Aunque éste sería un sistema de funcionamiento ideal, la realidad de las intervenciones arqueológicas de urgencia no suele permitir este trabajo. Como que la presencia del arqueobotánico no suele ser habitual en el yacimiento, consideramos que cuando no sea posible desarrollar este esquema de trabajo se ha de recurrir a la recuperación de un volumen de muestra, que cuando se trate de material disperso, sea de un mínimo de 40 l., mientras que para los conjuntos cerrados (vasos o concentraciones con semillas o frutos, interior de estructuras de combustión o de cubetas, etc) se procederá a recoger la totalidad del sedimento o una parte proporcional, de manera que posteriormente se pueda calcular el volumen total de los restos.

Recogida de las muestras

Grupo 1

– Las muestras que se tomen deben ser anotadas en una ficha en la que figure además del número de la unidad estratigráfica, las características de la misma, la cronología y la cantidad de litros de sedimento recogida.

– En casos excepcionales, en los que no se tome una muestra del material disperso sino que se pro-

ceda a tomar diferentes muestras en el mismo relleno o bien cuando la excepcionalidad de la conservación requiera un muestreo por cuadrículas que nos permita una lectura de la distribución espacial del material, se numerarán adecuadamente las diferentes muestras y se procederá a anotar en la ficha correspondiente.

– El sedimento en el caso de no realizar de manera inmediata la limpieza del mismo será convenientemente envasado, etiquetado y almacenado.

Grupo 2

– Al encontrarse ante elementos constructivos de madera, carbonizados, se procederá a su documentación gráfica y a recoger la totalidad o una sección completa. Con la finalidad de proceder tanto a su determinación como a la observación del trabajo de carpintería o poder realizar un estudio dendrocronológico.

– En el caso de documentarse concentraciones de semillas o de frutos se procederá a recoger la totalidad del conjunto, intentando determinar cual era el contenedor en el que se hallaban. Si el conjunto no está en el interior del contenedor y está vertido, se procederá como con los restos del grupo 1, a recoger una muestra en la que se contabilice el volumen. Resulta interesante realizar una recogida de diferentes muestras ubicadas espacialmente, ante la posibilidad de que nos encontremos ante diversos vertidos mezclados.

– De los elementos constructivos documentados en los edificios históricos se recuperará una sección completa de aquellos que se desmonten y se destruyan o reutilicen con posterioridad. Para la documentación de los restos que se tienen que conservar in situ, se procederá a recuperar, por parte del antracólogo, una sección mediante una broca. Coordinando este trabajo con los restauradores, de manera que no afecte a su conservación.

Limpieza del sedimento

En la bibliografía (Buxó 1989, Badham/Jones 1985, Marínval 1988) se han recogido los diferentes sistemas de tratamiento del sedimento, siendo los más aconsejables:

– La columna de tamices. Consiste en colocar el sedimento en una columna de tres tamices, de 5, 1 y 0'5 mm. La limpieza se realiza con ayuda del agua que va disgregando la tierra y reteniendo los restos en cada uno de los tamices.

– La máquina de flotación. Es una cuba de plástico o de metal que en la parte inferior se le coloca una entrada de agua y una válvula que permite el vaciado del sedimento y del agua. En su interior se coloca una criba de 1 mm. en la que se vierte el sedi-

mento. Con la inyección de agua, generalmente se coloca un difusor bajo la criba interior, permitiendo que los restos menos densos (semillas y carbones) floten y se vayan vertiendo al exterior bien en un tamiz de 0'25 mm. o en una columna de tamices de 5–1 y 0'25 mm. que se coloca junto a la máquina.

Aunque es posible utilizar cualquiera de los dos sistemas, la máquina de flotación permite un trabajo más rápido tanto en la limpieza del sedimento como, especialmente, en la tría de éste. Aunque es frecuente que la malla utilizada en el interior de la cuba sea de 5 mm., nosotros proponemos la de 1 mm. como sistema de recuperar no sólo los restos paleobotánicos, sino al mismo tiempo la fauna, microfaua, ictiofauna y malacofauna. De este modo, evitamos trabajar con dos sistemas de muestreo paralelos para cada tipo de restos, con lo que simplificamos el trabajo de campo de los arqueólogos.

Secado y almacenamiento

Tanto el sedimento que quede en la criba interior como el producto de la flotación deben secarse a la sombra, lejos de una corriente de aire. Una vez que ha perdido completamente la humedad se guardan en bolsas de plástico, separando cada tipo de muestra, con la finalidad de evitar que se puedan fragmentar los restos carbonizados. Es conveniente que el proceso de tría del sedimento sea realizado por el mismo arqueobotánico en el caso de la flotación o por una persona familiarizada con el tipo de restos en el caso de los residuos del sedimento.

OBJETIVOS Y POSIBILIDADES DE ESTUDIO

Los materiales arqueobotánicos nos permiten una aproximación a la realidad paleoambiental y paleoeconómica de las comunidades que ocuparon cada una de nuestras ciudades. El estudio de los carbones y semillas, junto a la información aportada por los microrrestos (polen, fitolitos, etc.) nos permite conocer las características de la vegetación que rodea los núcleos urbanos y sobretodo nos da las bases para interpretar la gestión que los hombres están realizando en ese entorno.

Pero quizás las mayores posibilidades de estudio se centran en las cuestiones económicas. Ya hemos comentado en varios casos la posibilidad de documentar el material constructivo de diversas maneras. Junto al interés de conocer que selección de especies se realiza para cada uno de los elementos constructivos, resulta de indudable interés observar como se está organizando el aprovisionamiento de madera para la construcción y para el combustible en las ciudades.

El material recuperado en edificios históricos nos puede ofrecer también mucha información, por ejemplo, dendrológicos. En el caso de la ciudad de Valencia, se han documentado forjados completos, con sus vigas, viguetas y alfarjes, que se han podido datar a inicios del s. XIV. El tamaño de las vigas y viguetas proporciona unas secuencias dendrológicas muy amplias, lo que permitiría establecer unas buenas series sobre las que trabajar. La dendrología se aplica con un doble objetivo: la obtención de una información de tipo etnográfico sobre la tala, uso y trabajo de la madera por los grupos humanos, y ecológico, con la reconstrucción de las condiciones ambientales y forestales en las que se desarrollaron los individuos estudiados (Marguerie 1991a, b; 1992).

El estudio de las semillas y frutos recuperados nos aportan información sobre la agricultura desarrollada en el entorno de las ciudades y sobre la dieta alimenticia de las comunidades que las han habitado. La actividad agraria no ha sido una tarea extraña de los núcleos urbanos a lo largo de su historia, incluso hasta la actualidad y la recuperación de carporestos y de sus subproductos nos permitirá deter-

minar cuales han sido las actividades que en ella se han desarrollado. Al mismo tiempo junto al fenómeno de la urbanización, en el Mediterráneo, se acrecienta la cantidad de productos agrarios que se comercializan. Por lo que en muchos casos es posible conocer la historia de la llegada de determinadas producciones "exóticas" a partir de la confirmación de su presencia con los análisis arqueobotánicos. Además, existe una importante cantidad de basureos documentados durante las excavaciones urbanas. Estos niveles constituyen una fuente de información destacada para el estudio de la dieta alimenticia.

Al mismo tiempo, para los momentos históricos contamos con una importante información documental que nos permite conocer cuales son los grupos sociales y culturales que ocupan cada una de las zonas y barrios. Por lo que es posible, coordinando nuestra información con la aportada por los estudios de fauna y de ictiofauna, conocer las particularidades de la alimentación de cada uno de los diferentes grupos que las habitaron y los cambios que se van introduciendo en la dieta.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO N. 1992**, *Paleoeconomía i paleoecología a la plana occidental catalana durant la protohistòria. Aportacions de l'arqueobotànica (llavors i fruits)*, Tesis de Licenciatura, Secció d'Arqueologia, Prehistòria, Història Antiga, Dpt. de Geografia i Història, Facultat de Lletres, Universitat de Lleida
- BADHAM K., JONES G. 1985**, An experiment in manual processing of soil samples for plant remains, *Circaea* vol. 3, nº 1, 15–26.
- BUXO R. 1989**, Semences et fruits. Recherches sur les données carpologiques dans les niveaux antiques de Lattes: les procédures expérimentées sur la fouille, *Lattara* 2, Lattes, 73–82.
- BUXÓ R. 1990**, *Metodología y técnicas para la recuperación de restos vegetales (en especial referencia a semillas y frutos) en yacimientos arqueológicos*, Cahier Noir 5, Girona.
- BUXO, R. 1993**, *Des semences et des fruits. Cueillette et agriculture en France et en Espagne Méditerranéennes du Néolithique à l'Âge du Fer*, Tesis Doctoral, Université de Montpellier.
- CANAL D., ROVIRA N., LÓPEZ A., ADROHER A. M^a. 2001**, Aspectos metodológicos de la recogida y análisis de muestras en el análisis paleoambiental. in Adroher A. M^a, López A. (eds.), *Excavaciones Arqueológicas en el Albaicín (Granada). I. Callejón del Gallo, Granada*, 139–141.
- GRAU ALMERO E. 1990**, *El uso de la madera en yacimientos valencianos de la Edad del Bronce a la época visigoda. Datos etnobotánicos y reconstrucción ecológica según la antracología*, Tesis doctoral, Universidad de Valencia, València.
- MARINVAL Ph. 1988**, Recherches experimentales sur l'acquisition des données en Paléocarpologie, *Revue d'Archéométrie* 10, 57–68.
- MARGUERIE, D. 1991a**, *Evolution de la végétation sous l'impact anthropique en Armorique du Mésolithique au Moyen Age : études palynologiques et anthracologiques des sites archéologiques et des tourbières associées*. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes 1.
- MARGUERIE, D. 1991b**, Confrontation des données polliniques et anthracologiques: défrichement du milieu forestier et développement de la lande régressive à partir du Néolithique en Armorique. *Revue d'Archéométrie* 15, 75–82.

MARGUERIE, D. 1992. Évolution de la végétation sous l'impact humain en Armorique du Néolithique aux périodes historiques. *Travaux du Laboratoire d'Anthropologie de Rennes* n° 40.

MURRAY J., RACKHAM J. 1990, Environmental archaeological sampling–introduction, *in* Spence, C. (ed), *Archaeological Site Manual, Department of Urban Archaeology. Museum of London, Londres.*

PEÑA-CHOCARRO L., ZAPATA PEÑA L. 1996, Los recursos vegetales en el mundo romano: estudio de los macrorrestos botánicos del yacimiento calle Santiago de Irún (Guipuzcoa), *Archivo Español de Arqueología* 69, Madrid, 119–134.

**LA RECOGIDA DE MUESTRAS EN ARQUEOBOTÁNICA:
OBJETIVOS Y PROPUESTAS METODOLÓGICAS**

LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS VEGETALES Y LA TRANSFORMACIÓN DEL PALEOPAISAJE EN EL
MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

Encuentro del grupo de trabajo de arqueobotánica de la Península Ibérica
Barcelona/Bellaterra, 29, 30 noviembre y 1 diciembre 2000
Ramon Buxó y Raquel Piqué (dirs.)

LISTA DE PARTICIPANTES

PRESENTACIÓN

METODOLOGÍA ARQUEOPALINOLÓGICA

Francesc Burjachs, José Antonio López Sáez, Maria José Iriarte

LA ARQUEOBOTÁNICA EN CUEVAS Y ABRIGOS: OBJETIVOS Y MÉTODOS DE MUESTREO

Ernestina Badal, Yolanda Carrión, Diego Rivera, Paloma Uzquiano

MUESTREO ARQUEOBOTÁNICO DE YACIMIENTOS AL AIRE LIBRE Y EN MEDIO SECO

Natalia Alonso, Jordi Juan, Oliva Rodríguez, Núria Rovira

LA RECUPERACIÓN DE RESTOS ARQUEOBOTÁNICOS EN MEDIOS HÚMEDOS

Ramon Buxó, Leonor Peña-Chocarro, Raquel Piqué

**CARBONES Y SEMILLAS EN LOS YACIMIENTOS DOLMÉNICOS: POSIBILIDADES
Y LÍMITES DEL ANÁLISIS ARQUEOBOTÁNICO.**

Lydia Zapata, Isabel Figueiral

LA RECUPERACIÓN DE MATERIALES ARQUEOBOTÁNICOS EN CONTEXTOS URBANOS.

Guillem Pérez Jordà, Elena Grau Almero, David Duque Espino